Paraschiva POSTOLACHE
Clementina COJOCARU

TEHNICI ŞI INSTRUMENTE UTILIZATE ÎN PNEUMOLOGIE

CURS PENTRU STUDENŢII
FACULTĂŢII DE BIOINGINERIE MEDICALĂ

Editor: Traian MIHĂESCU

Seria PNEUMOFTIZIOLOGIE

Editura Edit DAN
Str. Sf.Atanasie, 30
CP 209,1 Iaşi, 6600
Tel./Fax: 032-213532
e-mail: rodica_broasca @yahoo.com

ISBN 973-8365-01-5

Paraschiva POSTOLACHE

Clementina COJOCARU

TEHNICI ŞI INSTRUMENTE UTILIZATE ÎN PNEUMOLOGIE

CURS PENTRU STUDENŢII
FACULTĂŢII DE BIOINGINERIE MEDICALĂ

Edit DAN
IAŞI, 2002

Cărți de interes :

Redactarea științifică
Herve Maisonneuve (1999) EditDan, Iaşi
45 pg., preț 50.000 lei

Educarea şi formarea gândirii
Lauren B. Resnick (trad.-National Academy Press, USA) (1999)
EditDan, Iaşi
85 pg. preț 30.000 lei

Patologie pleurală
T. Mihăescu, B.D. Grigoriu, C. Mitrofan (2001) EditDan, Iaşi
150 pg. preț 60.000 lei

Cancer bronhopulmonar
T. Mihăescu, L. Miron (2002)
EditDan, Iaşi
420 pg. 150.000 lei

Tuberculoza: o introducere în pneumologie
(ediția a doua revăzută şi adăugită)
T. Mihăescu (1999) EditDan, Iaşi
200 pg., preț 50.000 lei

Pneumoftiziologie – Lucrări practice
C. Cojocaru, Z. Țarevici, T. Mihăescu (2001) EditDan, Iaşi
68 pg., 40.000 lei

Compendiu de farmacologie
G.D. Ionescu, I.M. Jaba, O.C. Mungiu (2001), EditDan, Iaşi
320 pg., 60.000 lei

Logică şi limbaj
Dan Stoica (2000) EditDan, Iaşi
170 pg. 50.000 lei

Bucovina şi Basarabia
Doru Mihăescu (2000) EditDan, Iaşi
218 pg., 60.000 lei

Diabetul gestațional
Mircea Onofriescu (1999) EditDan, Iaşi
320 pg., preț 50.000 lei

Cercetarea clinică – de la idee la publicare
G. Landrivon, F. Delahaye (2001) EditDan, Iaşi
300 pg., 99.000 lei

CUPRINS

Toracenteza	**7**
Biopsia pleurală	**14**
Toracoscopia	**19**
Bronhoscopia	**26**
Pulsoximetria	**55**
Explorarea funcțională ventilatorie	**60**
Bibliografie selectivă	**72**
Anexe	**75**

CUVÂNT ÎNAINTE

Considerat ca o componentă nu numai complementară, dar absolut necesară în sistemul de sănătate din ţările avansate, şi prezent în echipa de medici alături de internist, chirurg, anestezist, farmacolog etc., **bioinginerul medical** - viitorul specialist în instrumentaţie şi tehnică medicală este pregătit în cadrul unei curricule inter- şi transdisciplinare, în care modulele de practică şi stagiu în principalele clinici este unul dintre dezideratele prioritare.

În acest context, cartea ***Tehnici şi instrumente utilizate în pneumologie*** - *Elemente de curs şi aplicaţii pentru studenţii Facultăţii de Bioinginerie Medicală* pentru practica pneumologică reprezintă una dintre verigile de pregătire în ciclul clinic (al doilea) al studenţilor în bioinginerie medicală cu competenţă în bioinstrumentaţie şi tehnică medicală.

Fără a avea pretenţia epuizării întregului arsenal teoretic şi aplicativ din domeniu, elementele de curs şi aplicaţiile de punere în contact cu activitatea din clinica pneumologică reprezintă un ghid util şi o completare, în acelaşi timp, la ansamblul de echipamente, metode şi tehnici cu care viitorul practician va opera pentru a asigura achiziţionarea, funcţionarea şi menţinerea în parametrii standard a întregii tehnici medicale de vârf.

Inserţia indicaţiilor, contraindicaţiilor şi a unor elemente de securitate în manipularea echipamentului devin absolut necesare în contextul respectării legislaţiei practicării actului medical, în care **bioinginerul** va reprezenta o **garanţie** a calităţii şi a asigurării indicelui cost-eficacitate în reţeaua de asistenţă medicală modernă.

Considerăm salutară apariţia cărţii ***Tehnici şi instrumente utilizate în pneumologie*** - *Elemente de curs şi aplicaţii pentru studenţii Facultăţii de Bioinginerie Medicală* şi participarea Clinicii de Pneumologie la formarea viitorilor specialişti în bioinginerie medicală în ansamblul pregătirii lor complexe bio-medicale, inginereşti şi manageriale.

Prof. Dr. Florin TOPOLICEANU

TORACENTEZA

Toracenteza (puncţia pleurală) este o procedură relativ simplă, rapidă, cu disconfort minim pentru pacient, prin care se poate extrage lichid pleural în scop diagnostic sau terapeutic.

INDICAŢII

- precizarea etiologiei unui revărsat pleural (puncţia **diagnostică**)
- evacuarea lichidului pleural (puncţia **evacuatorie**)
- instilarea de citostatice, antibiotice (**puncţia terapeutică**).

CONTRAINDICAŢII ABSOLUTE

Nu există contraindicaţii absolute ale acestei proceduri în cazul în care raţionamentul clinic dictează necesitatea analizei lichidului pleural, pentru stabilirea diagnosticului şi/sau tratamentului.

CONTRAINDICAŢII RELATIVE

- tratamentul anticoagulant şi diatezele hemoragice (PT sau PTT > 2 X valoarea normală, trombocite < 25000/mm^3)
- volumul foarte mic al revărsatului pleural

- pacienţii aflaţi sub ventilaţie mecanică
- infecţie cutanată activă la locul de puncţie.

MATERIALUL NECESAR PENTRU PUNCŢIA DIAGNOSTICĂ

- ace de puncţie şi seringi sterile
- soluţii antiseptice pentru tegumente (iod, soluţii iodate)
- mănuşi şi comprese sterile
- lidocaină 1% (pentru anestezia locală)
- eprubete pentru recoltarea lichidului pleural
- medii de cultură (pentru germeni aerobi şi anaerobi).

MATERIALE NECESARE PENTRU PUNCŢIA EVACUATORIE

- trocare sau ace de puncţie groase adaptate la un aparat de aspiraţie tip Potain sau la aspiratoare cu presiune reglabilă
- truse sterile de drenaj pleural, care cuprind:
- seringi şi ace de diferite calibre
- robinet cu trei căi
- anestezic (xilină 1%)
- bisturiu, comprese sterile, antiseptice, fire de sutură
- pense de clampare
- dren, valvă dublă tip Heimlich, racord biconic
- recipiente (pungi colectoare)
- mănuşi şi câmpuri sterile
- medicamente pentru sedare

TEHNICA DE LUCRU

Toracenteza se poate efectua cu bolnavul în poziţie şezândă (pe un scaun) sau la pat, atunci când acesta este netransportabil.

Alegerea locului de puncţie se face în funcţie de datele clinice (diminuarea excursiilor costale, matitate la percuţie, abolirea murmurului vezicular), de imaginea radiologică sau de ghidajul ecografic.

În cazul colecţiilor libere în cavitatea pleurală, se alege locul de puncţie la jumătatea distanţei dintre apofizele spinoase şi linia axilară posterioară, în spaţiile intercostale 7 - 9. În cazul acumulărilor mici de lichid sau al colecţiilor închistate, este necesar un examen ecografic pentru localizarea precisă a lichidului iar puncţia pleurală va fi practicată cu pacientul poziţionat ca în timpul ecografiei.

Tehnica propriu-zisă constă în:

- asepsia tegumentelor cu iod, pe o suprafaţă mare
- anestezia locală cu xilină 1%, plan cu plan (tegumente, periostul coastei, pleura parietală)
- introducerea acului de puncţie razant la marginea superioară a coastei inferioare (pentru a evita lezarea pachetului vasculo-nervos intercostal de pe marginea inferioară a coastei)
- adaptarea unei seringi şi aspirarea pentru a verifica existenţa lichidului
- prelevarea de lichid pleural pentru evaluarea diagnostică (biochimică, citologică, bacteriologică).

În cazul puncţiei evacuatorii se folosesc ace mai groase sau trocare adaptate la un aparat de aspiraţie tip Potain (un borcan de sticlă în care se creează vid, aspirându-se astfel

lichidul pleural) sau aparate cu presiune reglabilă. Astăzi sunt disponibile şi truse de drenaj toracic, livrate steril, care sunt utilizate pentru introducerea unui dren în pleură după o incizie prealabilă la locul de puncţie, racordarea unei bivalve la dren şi la o pungă colectoare şi fixarea drenului la piele cu fir de aţă.

INCIDENTE

- puncţia "albă" (nu se extrage lichid pleural) – absenţa lichidului pleural, loc de puncţie incorect ales, lungime inadecvată a acului de puncţie (ac prea scurt la obezi)
- înţeparea coastei
- inteparea diafragmului, splinei sau ficatului (poziţie vicioasă a pacientului)
- obliterarea acului de puncţie prin false membrane, fibrină sau plămân
- lezarea unei artere intercostale (mai frecventă la vârstnici, datorită traiectului sinuos)
- puncţionarea plămânului (exteriorizarea unei mici cantităţi de sânge pe ac sau prin tuse)

COMPLICAŢII

- pneumotoraxul – mai frecvent la emfizematoşi; se produce fie prin ruptura pulmonului, fie prin intrarea unei cantităţi de aer din afară (sistemul de puncţie nu este etanş)
- tulburări vaso-vagale – paloare, bradicardie, hipotensiune arterială, sincopă
- edemul pulmonar acut – apare în condiţiile evacuării rapide sau excesive a revărsatului pleural

- empiemul pleural – transformarea purulentă a lichidului pleural, prin suprainfecţie cu un germene piogen, în condiţiile nerespectării regulilor de asepsie
- reacţii adverse la lidocaină (xilină)
- însămânţarea traiectului de puncţie cu celule tumorale

ANALIZA LICHIDULUI PLEURAL

1. **Aspectul macroscopic** al lichidului (culoare, consistenţă, miros)
- **culoare** - galben pal (transsudat, unele exsudate)
  - roşie (malignitate, infarct pulmonar)
  - albă (lăptoasă) – chilotorax
  - brună (revărsate hematice vechi)
  - galben-verzuie (pleurezie reumatoida)
- **consistenţa** - vâscoasă (mezoteliom)
  - turbida (exsudat inflamator, conţinut lipidic crescut)
- **miros** - putrid (empiem cu anaerobi).

2. Criterii diagnostice pentru **diferenţierea exsudat - transsudat**
- raportul proteine pleurale/proteine serice > **0,5**
- raportul LDH pleural/LDH seric > **0,6**
- LDH pleural > **2/3** din limita superioara a LDH seric
- Proteine pleurale > **3 g/dl**

3. Analiza **biochimică** a lichidului pleural (proteine, glucoza, pH, amilaze)
- **proteine** - < **3 g/dl** (transsudat), > **3 g/dl** (exsudat)
  - peste **4 g/dl** (pleurezie tbc)

- între **7 - 8 g/dl** (mielom multiplu, macroglobulinemia Waldenstrom)

- **LDH** - > **1000 UI/l** (empiem, pleurezie reumatoidă, neoplazii)
  - raportul LDH pleural/LDH seric > **1** şi proteine pleurale/proteine serice < **0,5** (pneumonie cu Pneumocystis carini)
- **glucoză** - < **60 mg/dl** (pleurezie reumatoidă, neoplazică, tbc, lupus etc.)
- **pH**-ul lichidului pleural – sub 7,3 în empieme, pleurezii maligne (în acest caz se coreleaza cu o supravieţuire mai scurtă şi un răspuns mai slab la pleurodeza chimică)
- **amilaze** pleurale > nivelul seric al amilazemiei – pancreatite (izoenzime pancreatice), ruptura esofagiană şi neoplazii (predomina izoenzimele salivare)
- **lipide** – trigliceride > 110 mg/dl (chilotorax).

4. Examenul **citologic**

- **hematii** - > **100000**/mm^3 în pleurezii maligne, traumatice sau embolice
- **limfocite** – dacă reprezintă **85 - 95%** din numărul celulelor nucleate sugerează tuberculoză, limfom, sarcoidoză, pleurezie reumatoidă
- **eozinofile** – eozinofilia **în** lichidul pleural (> **10%** din totalul celulelor nucleate) impune un diagnostic diferenţial între pneumotorax, infarct pulmonar, azbestoza, boli parazitare, infecţii fungice
- **celule mezoteliale** – prezenţa lor în număr mare într-un exudat (> **5%**) face improbabil diagnosticul de tuberculoză; pot ridica suspiciunea de proces malign.

5. Analiza **microbiologică**

- examen bacteriologic direct (coloraţia Gram, Ziehl-Nielsen)
- culturi pe medii specifice pentru germeni aerobi, anaerobi, fungi, micobacterii.

BIOPSIA PLEURALĂ

Biopsia pleurală prin ac este o metodă invazivă de diagnostic, care constă în recoltarea unui fragment de pleură parietală, în vederea examinării histopatologice şi evidenţierea unor leziuni specifice (folicul tuberculos, granulom sarcoidotic, proliferare malignă etc.). Această manevră se impune ca un pas următor toracentezei diagnostice, atunci când aceasta nu a putut preciza etiologia unui revărsat pleural.

INDICAŢII

- revărsate pleurale de etiologie neprecizată dupa efectuarea toracentezei
- revărsate pleurale suspecte de malignitate (ex. carcinom bronşic, neoplasm de sân cu metastaze pleuropulmonare, mezoteliom, limfoame etc.)
- suspiciune de pleurezie tuberculoasă (această procedură permite cultivarea directă de eşantioane pleurale pentru *Mycobacterium tuberculosis*)

CONTRAINDICAŢII

- coagulopatii severe, necorectabile
- trombocite < 50000/mm^3 (corectabile temporar prin transfuzii de plachete)

- volumul revărsatului pleural inadecvat pentru efectuarea fără riscuri a procedurii (este necesară separarea parenchimului pulmonar de pleură prin lichid, pentru micşorarea riscului de pneumotorax)
- existenţa pahipleuritei sau a fibrotoraxului
- leziuni cutanate la locul de puncţie (zona zoster, piodermite)
- pacient necooperant

INSTRUMENTAR

Se utilizează ace de biopsie pleurală, care sunt complexe (trocare) şi cuprind 2 - 3 piese,având diferite mecanisme de acţionare:

- prin aspiraţie (acele Meninghini şi Fransen)
- prin compresiune (acul Abrams)
- prin acrosare (acele Cope, Stoicescu şi Lowel)
- prin carotaj (acul Trucut)

Acul **Abrams** are un diametru de 4 - 5 mm şi poate fi utilizat pentru biopsiere numai în prezenţa lichidului pleural. El este alcătuit din următoarele componente (*Anexa 1*):

- un trocar extern (componenta tubulară), cu vârf bont şi o fereastră spre capătul distal
- o canulă cilindrică intermediară, cu margini tăietoare distal
- un stilet (mandren) intern (componenta plină)

Acul **Cope**, ca şi acul Abrams, nu poate fi utilizat decât în prezenţa lichidului în cavitatea pleurală. Se compune din (*Anexa 1*):

- canula cilindrică externă, cu diametrul de 3 mm şi marginile orificiului distal ascuţite
- mandren stilet, pentru perforaţie

- mandren de biopsie, prevăzut la capătul distal cu un carlig de acroşare

Acul **Trucut,** prin structura sa, nu permite aspirarea fluidelor, fiind compus din:

- canulă externă tăietoare
- stilet intern tip bisturiu, cu vârf ascuţit.

TEHNICA DE LUCRU

Indiferent de instrumentul de lucru biopsia pleurală este o manevră invazivă, care necesită acceptul pacientului în deplină cunoştinţă de cauză şi pregătirea acestuia printr-o premedicaţie cu sedative (diazepam, hidroxizin) şi anticolinergice (atropina subcutanat), pentru prevenirea reflexelor vagale.

Locul de biopsie se alege în zona de matitate maximă, ţinând cont şi de imaginea radiologică sau de reperajul ecografic, pe linia axilară posterioară. Se face anestezie cu xilină 1%, urmând planurile anatomice ale peretelui toracic iar la pătrunderea în cavitatea pleurală se verifică existenţa lichidului, prin aspiraţie.

Următorul timp este introducerea instrumentului de biopsie razant la marginea superioară a coastei, după ce s-a practicat în prealabil o incizie cu bisturiul la nivelul peretelui toracic. Biopsia pleurală propriu-zisă se execută diferit, în funcţie de tipul de ac utilizat.

În cazul utilizării acului **Abrams** se introduce întregul ansamblu în spaţiul pleural, având canula cilindrică intermediară în poziţia "închis" a ferestrei trocarului extern şi cu mandrenul obturând canula tăietoare. Retragerea mandrenului permite scurgerea lichidului pleural iar

deschiderea ferestrei distale, prin rotaţia canulei şi retragerea lentă a ansamblului, duce la acroşarea pleurei. Rotaţia în sens invers a canulei tăietoare va închide fereastra şi va decupa fragmentul de pleură în interiorul ansamblului.

Tehnica de lucru cu acul **Cope** presupune introducerea în cavitatea pleurală a canulei externe, obturată de mandrenul stilet. După retragerea mandrenului stilet, se introduce mandrenul de biopsie, care depăşeşte canula externă cu aproximativ 1 cm şi are la capătul distal o croşetă de agăţare. Mişcarea lentă de extragere a întregului sistem permite acrosarea pleurei parietale în croşetă, moment în care se imprimă canulei externe tăietoare mişcări de rotaţie spre interiorul toracelui. Aceasta va funcţiona ca o ghilotină, secţionând fragmentul pleural agăţat. Mandrenul de biopsie cu fragmentul bioptic este retras la exterior, în timp ce canula poate rămâne pe loc, permiţând repetarea procedurii sau evacuarea lichidului pleural.

Specimenul de biopsie obţinut este prelucrat, fixat pe lamă şi colorat, în vederea examenului histopatologic.

INCIDENTE

- hemoragii locale
- lezarea vaselor intercostale
- pătrunderea aerului atmosferic în cavitatea pleurală (prin lipsa etanşeităţii sistemului de lucru)
- emfizem subcutanat
- puncţionarea splinei sau a ficatului.

COMPLICAȚII

- reacții vaso-vagale
- lezarea plămânului (în cazul pleureziilor paucilichidiene sau în absența lichidului) urmată de hemoptizie şi chiar de embolie gazoasă
- însâmânţarea septică a spațiului pleural
- inocularea neoplazică a traiectului de puncție.

TORACOSCOPIA

Practica pneumologică impune frecvent stabilirea unui diagnostic etiologic în cazul prezenței revărsatelor pleurale, a pneumotoraxului sau a îngroşărilor pleurei. După epuizarea mijloacelor uzuale de explorare (examen radiologic, toracenteza) şi, uneori, după practicarea biopsiei pleurale prin ac, aproximativ 25% dintre afecțiunile pleurei rămân fără un diagnostic specific. Examenul computer tomografic toracic şi bronhoscopia cu efectuarea de biopsii transbronşice pot avea şi ele un aport diagnostic, în situații selecționate.

În cazurile cu patologie rămasă nesoluționată se impune, ca un pas rațional, practicarea toracoscopiei medicale sau, în ultimă instanță, toracotomia exploratorie.

DEFINIȚIE

Toracoscopia este o tehnică ce implică introducerea unui endoscop în spațiul pleural, prin peretele toracic, oferind clinicianului posibilitatea vizualizării directe şi a prelevării de eşantioane de pleură (parietală şi/sau viscerală). În plus, cavitatea pleurală obținută permite şi explorarea celorlalte structuri intratoracice: parenchim pulmonar (prin transparența pleurei viscerale), mediastin, pericard, diafragm, schelet toracic.

Mult timp toracoscopia a fost practicată numai de către medicii pneumologi, sub anestezie locală. Dezvoltarea echipamentelor video (videoendoscopie) şi apariţia unui număr mare de instrumente noi pentru proceduri minim invazive au suscitat interesul specialiştilor în chirurgie toracică, iniţiindu-se astfel o nouă direcţie – **VATS** (video-assisted thoracic surgery). Ca urmare, se încearcă delimitări mai clare între indicaţiile medicale şi cele chirurgicale ale metodei: toracoscopia **medicală** are predominant indicaţii diagnostice şi câteva indicaţii terapeutice, în special în bolile pleurei (ex. pleurodeza), în timp ce obiectivul toracoscopiei în **chirurgie** este utilizarea toracoscopului în sala de operaţii, sub anestezie generală şi ventilaţie selectivă a unui plămân, pentru intervenţii terapeutice minim invazive ce privesc o multitudine de organe şi structuri intratoracice.

INDICAŢII DIAGNOSTICE

- revărsate pleurale de etiologie rămasă necunoscută
- mezotelioame
- neoplasm bronho-pulmonar
- stabilirea diagnosticului de tuberculoză
- afecţiuni pleurale benigne (plăci hialine şi calcificate azbestozice, revărsate pleurale reumatoide)
- boli pulmonare difuze
- leziuni parenchimatoase pulmonare localizate periferic
- evaluarea tumorilor şi adenopatiilor mediastinale
- pneumotoraxul spontan (documentarea leziunilor pulmonare şi ale pleurei viscerale – bule, blebsuri, eroziuni)
- suspiciunc dc mctastazc costalc sau de tumoră de coloană dorsală.

INDICAŢII TERAPEUTICE ALE TORACOSCOPIEI MEDICALE ŞI ALE VATS

- pleurodeza chimică (cu talc, solvocilin)
- tratamentul local al proceselor maligne pleurale (talcaj, imunoterapie intrapleurală – IL-2, interferon-γ, aplicaţii locale de citostatice - cisplatina)
- liza aderenţelor şi deschiderea pleureziilor închistate, pentru facilitarea drenajului
- pneumotoraxul spontan (conduită terapeutică adaptată stadiului – liza aderenţelor prin electrocauterizare, coagularea laser a bulelor de emfizem etc.)
- biopsia pulmonară
- lobectomia sau pneumectomia
- rezecţia nodulilor pulmonari periferici (benigni sau maligni)
- vagotomia transtoracică
- ablaţia trunchiului simpatic
- crearea unei ferestre pericardice
- reparaţia unei fistule bronhopleurale.

CONTRAINDICAŢII

- lipsa spaţiului pleural datorită aderenţelor pleurale
- tusea necontrolată
- hipoxemia marcată (cu excepţia celei datorate revărsatelor pleurale masive)
- tulburările de coagulare necorectabile
- afecţiunile cardio-vasculare severe
- fibroza pulmonară (risc crescut de persistenţă a pneumotoraxului)
- suspiciunea de chist hidatic pulmonar.

Când se impune efectuarea unei biopsii pulmonare devin **contraindicaţii** şi următoarele:

- hipertensiunea pulmonară
- plămânul "în fagure"
- tumorile vasculare.

INSTRUMENTAR

Pentru vizualizarea spaţiului pleural s-au folosit instrumente **rigide** şi **flexibile**.

Instrumentele flexibile utilizate (fibrobronhoscoape, videoendoscoape) au dat rezultate nesatisfăcătoare, având numeroase inconveniente:

- sunt instrumente fragile, aderenţele pleurale putându-le angula şi fractura fibrele optice
- specimenele de biopsie obţinute sunt mult mai mici decât cele obţinute cu instrumentele rigide
- manipularea fibroscopului în cavitatea pleurală este dificilă.

Instrumentele rigide de tipul artroscopului sau mediastinoscopului (*Anexele 6, 7*) au fost şi ele testate dar instrumentul ideal s-a dovedit a fi **toracoscopul rigid**, care a demonstrat deopotrivă calităţi optice deosebite şi manevrabilitate în spaţiul pleural.

Pentru practicarea toracoscopiei cu instrumente rigide sunt necesare următoarele (*Anexa 2*):

- un trocar cu diametru variabil 3, 5, 8, 11 mm, în funcţie de scopul urmărit (fotografiere, practicarea unei perforaţii secundare, examinarea unui adult sau a unui copil), prevăzut cu un obturator cu vârf ascuţit – permite trecerea sistemului optic

- instrumente optice (optici) echipate cu un sistem de fibre optice pentru vizualizare
- opticile permit viziunea directă (180°), laterală (90°) sau oblică (135°)
- pentru manevre operative complexe se utilizează toracoscopul operativ, cu optică sub viziune directă, un ocular "în baionetă" şi un canal pentru instrumentele accesorii sau pentru un fascicul cuarţ în vederea fotografierii
- generator de lumină rece
- pense rigide de biopsie, montate pe optici cu viziune directă (pentru obţinerea de biopsii sub control vizual)
- instrumente accesorii pentru toracoscopul operativ sau pentru a doua perforaţie:

- ace pentru puncţie sau anestezie
- electrozi pentru cauterizare (necesită un trocar ce izolează electric peretele toracic)
- sonde
- canula combinată cu valva, pentru aspiraţie sau pentru cauterizare
- bule electrozi pentru coagularea nervilor (vagotomii, simpatectomii).

În funcţie de dotarea serviciului, instrumentarul adiţional mai conţine (*Anexa 3*):

- pulverizator de talc
- laser YAG – pentru rezecţia aderenţelor pleurale, sigilarea breşelor parenchimatoase
- diatermocoagulator
- aparat fotografic

- videocameră, monitor şi videoimprimator - măresc imaginile, oferă viziunea binoculară, documentează procedurile efectuate şi sunt utile în procesul didactic)

TEHNICA DE LUCRU

Toracoscopia medicală se practică în condiţii sterile, într-o sală de endoscopie sau într-o sală de operaţii. Pacientul este informat asupra procedurii şi i se administrează o premedicaţie constând în sedative (diazepam) şi atropină. În cazul procedurilor operative mai complexe se poate utiliza o combinaţie de meperidină sau morfină şi midazolam pe cale endovenoasă, pentru analgezie, sedare şi amnezie.

Pacientul este aşezat în decubit lateral pe partea sănatoasă şi monitorizat pentru ritmul cardiac şi saturaţia periferică în O_2.

Timpii de lucru sunt următorii:

- **inducerea pneumotoraxului** (când nu există epanşament pleural sau când acesta este în cantitate mică); practic se realizează cu ajutorul unui trocar Boutin, prevăzut cu un robinet lateral pentru insuflaţia aerului, sau prin intermediul unei canule cu ac conectată la un aparat de inducere a pneumotoraxului construit pe principiul vaselor comunicante
- **anestezia** - anestezia locală se face cu xilină 2%, prin infiltrarea structurilor peretelui toracic
- **introducerea trocarului** – se face după practicarea unei incizii şi realizarea unei breşe în peretele toracic, la nivelul spaţiului intercostal i. c. ales: spaţiul 4 - 5 i.c., pe linia axilară medie, permite o inspecţie completă a pleurei, spaţiile situate mai sus (spaţiul 2 i.c.) sunt alese în caz de

pneumotorax iar spatiile i.c. inferioare sunt utilizate în explorarea leziunilor suspecte de neoplazie localizate frecvent în unghiurile costo-vertebrale sau pe faţa diafragmatică

- **explorarea cavităţii toracice** – se face utilizând opticile pentru viziune directă sau pe cele cu viziune laterală pentru studiul unghiurilor costo-frenice şi al celorlalte unghiuri toracice
- **executarea manevrelor operative** – prelevare de biopsii, liza aderenţelor, manevre hemostatice, talcaj pleural etc.
- **drenajul pleural** – permite reexpansionarea pulmonului şi evaluarea pierderilor eventuale de sânge sau aer după manevre bioptice; se menţine 24 - 48 de ore, până când drenează mai puţin de 100 ml/24 ore.

COMPLICAŢII

- empiemul pleural (favorizat de drenajul toracic)
- diseminarea neoplazică pe traiectul de incizie (mai ales în cazul mezoteliomului)
- hemoragia (după biopsia pulmonară)
- embolia gazoasă (datorită inducerii pneumotoraxului)
- febra (după talcaj)
- pneumotorax persistent (la pacienţii cu un grad de fibroză pulmonară)
- reacţii vaso-vagale (hipotensiune, brahicardie) induse de durere în caz de anestezie insuficientă
- emfizem subcutanat (complicaţie minoră).

BRONHOSCOPIA

Bronhoscopia este o metodă endoscopică de explorare a arborelui trahco-bronşic, cu viză diagnostică sau terapeutică. Vizualizarea endoscopică a arborelui bronşic se poate face prin două metode: bronhoscopia **rigidă** şi bronhoscopia **flexibilă** (fibrobronhoscopia). În plus, astăzi este posibilă bronhoscopia **virtuală**, prin reconstrucţia tridimensională a anatomiei bronşicc, pc baza imagisticii computer tomografice (CT) şi rczonanţci magncticc nuclcarc (RMN), utilizând un software dc înaltă performanţă.

❖ BRONHOSCOPIA RIGIDA

Această metodă, deşi introdusă în practică încă de la începutul secolului al XX-lea, îşi păstrează utilitatea datorită unor indicaţii speciale, în principal terapeutice.

INDICAŢII

- **extragerea corpilor straini** (dinţi impactaţi, monede, punţi dentare) sunt mai uşor de extras prin bronhoscopul rigid datorită utilizării de pense mai mari şi se asigură un control mai bun al hemoragiilor

- **hemoptizia masivă** (bronhoscopia rigidă permite intubaţia selectivă, inserţia de tuburi largi pentru aspiraţia

cheagurilor; face posibilă hemostaza prin fotocoagulare laser, baloane hemostatice şi tehnici de tamponament – pense, bureţi sau prin bronhoscopul însuşi)

- este instrumentul ideal pentru multe **proceduri terapeutice** disponibile în cadrul pneumologiei intervenţionale şi chirurgiei:
  - fotocoagulare laser
  - electrocauterizare
  - coagulare cu plasmă-argon a tumorilor exofitice, a ţesutului de granulaţie sau a tumorilor benigne (papiloame, lipoame, hamartoame, adenoame)
  - dezobstrucţie bronşică prin iradiere cu raze laser în cazul leziunilor maligne obstructive (metastaze ale neoplasmelor de colon, de sân şi renale, melanoame maligne, carcinomul bronhogenic)
  - rezecţia laser a stricturilor benigne traheo-bronşice (post-intubaţie, traheostomie, agresiuni inhalatorii, amiloidoza etc.)
  - inserţia de proteze (stenturi) în cazul compresiunii extrinseci produsă de procese maligne sau benigne asupra arborelui traheobronşic.

CONTRAINDICAŢII

- absenţa consimţământului pacientului sau al reprezentantului său legal
- tulburări de ritm cardiac cu risc vital, instabilitate hemodinamică
- hipoxemie severă refractară
- rigiditatea coloanei vertebrale cervicale
- limitarea mişcărilor în articulaţia temporo-mandibulară

- afecţiuni cu risc crescut de sângerare în cazul practicării biopsiei.

INSTRUMENTAR

- **bronhoscopul rigid** (*Anexele 8, 10*) – este un tub metalic rigid, drept, prevăzut cu lumen, din metal inoxidabil
  - diametrul extern este variabil, în funcţie de producător (7 - 12 mm), iar grosimea peretelui este de aprox. 3 mm
  - lungimea instrumentului diferă, în funcţie de vârsta pacientului (mai scurte pentru copii)
  - la capătul proximal prezintă un dispozitiv pentru racordarea la sursa de lumină
  - majoritatea bronhoscoapelor prezintă porturi laterale care permit introducerea cateterelor de aspiraţie, a fibrelor laser şi ventilaţia; în plus, unele prezintă un port distal care permite ventilaţia plămânului controlateral în timpul accesului pe bronhia principală ipsilaterală
- **instrumentarul adiţional** (*Anexele 9, 11*) – pense de biopsie, de diferite forme şi dimensiuni, sonde de aspiraţie, fibre laser, electrozi şi anse de electrocauterizare, tuburi şi instrumente configurate pentru inserţia de proteze endotraheale şi endobronşice (stenturi)
- **iluminarea** – se face printr-o tijă de 1 - 2 mm, alcătuită din fibre optice care transmit lumina rece la extremitatea distală a bronhoscopului, utilizând cabluri ataşate la sursa de lumină rece sau de xenon. Pentru vizualizarea endoscopică se utilizează optici prevăzute cu un sistem optic complex, ce are comportamentul unei lentile (optici **Hopkins**). Opticile sunt construite sub unghiuri diferite: $\mathbf{0^0}$, pentru vizualizarea directă sau $\mathbf{60^0}$, $\mathbf{90^0}$,$\mathbf{135^0}$ pentru vizualizarea

bronhiilor lobare, bilateral (*Anexa 11*). Introducerea fibrobronhoscopiei a dus la abandonarea folosirii opticilor unghiulare, majoritatea operatorilor utilizând doar instrumente pentru vizualizare directă. În plus, se poate ataşa o videocameră la ocularul telescopului rigid, proiectând imagini din căile aeriene pe un ecran de televizor. Videoendoscopia a devenit metoda ideală pentru învăţarea şi documentarea procedurilor efectuate.

TEHNICA DE LUCRU

Pregătirea pacientului şi anestezia

Pregătirea pacientului necesită o examinare fizică completă şi o evaluare a riscului anestezic. Este necesar un examen atent al regiunii cervicale şi al cavităţii bucale (artrita cervicală, retrognatismul, dinţii protruzivi pot compromite intubaţia).

Bronhoscopia rigidă se desfasoară, de regulă, sub anestezie generală, într-o sală operatorie dar poate fi făcută şi sub anestezie locală, de către operatori experimentaţi, mai ales în urgenţe sau în absenţa unui medic anestezist.

Rolul anesteziei este acela de a facilita examenul bronhoscopic, de a reduce reacţiile fiziologice declanşate de instrumentarea căilor respiratorii precum şi de a spori confortul pacientului.

Tehnica de anestezie cel mai frecvent utilizată este anestezia i.v. cu barbiturice, benzodiazepine (tiopental, propofol, midazolam) şi ventilaţie spontană care reduc la maximum relaxarea musculară şi paralizia. Anestezia locală, cu lidocaină (1, 2, 4%) sau tetracaină (1 - 2%), se realizează

întotdeauna înaintea intubației, la nivelul laringelui și traheei (*Anexa 9*). Pacienții primesc oxigen pe mască și se aspiră secrețiile faringiene înaintea intubării. Se extrag plăcile dentare, dacă este cazul și se examinează cu atenție dinții și gingiile. Utilizarea compreselor de tifon, a pieselor de cauciuc sau a pieselor bucale din plastic pot proteja aceste structuri de posibilele agresiuni provocate de bronhoscop.

Tehnica de intubație

Poziția pacientului trebuie sa fie în clinostatism, pe o masă de endoscopie, cu extremitatea cefalică pe o tetieră reglabilă astfel încât să se obțină o extensie maximă în articulația atlanto-occipitală, bronhoscopistul fiind așezat la capul pacientului.

În tehnica **directă** de intubație, bronhoscopul este ținut cu mâna dreaptă la nivelul capătului proximal, iar mediusul mâinii stângi este folosit pentru a proteja dentiția superioara și gingiile pacientului. Bronhoscopul, cu telescopul rigid montat, este introdus cu vârful orientat spre înainte; prin telescop se identifică lueta, apoi se ridică ușor instrumentul, evidențiindu-se astfel fața anterioară a epiglotei. Se "încarcă"epiglota pe capătul distal ușor proeminent, vizualizându-se astfel aritenoizii și corzile vocale. Se avansează rotind tubul cu 90 grade pe măsură ce acesta avansează printre corzile vocale în trahee. Apoi se rotește tubul cu încă 90 grade astfel încât vârful proeminent al bronhoscopului să se alinieze paralel cu peretele posterior al traheei.

Alți specialiști preferă efectuarea inițial a unei **laringoscopii**, utilizând laringoscopul rigid, cu ajutorul căruia vizualizează corzile vocale, apoi introduc bronhoscopul rigid,

ca și cum ar fi un tub endotraheal. Ulterior se extrage laringoscopul și se introduce telescopul rigid, avansând apoi cu bronhoscopul în arborele traheo-bronșic.

Intubația se poate practica și prin **traheostomă:** după anestezia locală a marginilor stomei cu lidocaină-gel, bronhoscopul rigid este introdus direct prin traheostomă. Se va utiliza un instrument rigid lung, cu facilități de ventilație, introdus oblic pentru a evita lovirea peretelui traheal posterior cu capătul proeminent al bronhoscopului.

COMPLICAȚII

Cele mai multe complicații derivă din deficiențe în tehnica de intubație, precum traumatisme prelungite ale laringelui și corzilor vocale și incapacitatea de a controla hipercapnia, hipoxemia și instabilitatca hcmodinamică. Totdeauna este necesară o abordare în echipă a fiecărei proceduri, oxigenarea și ventilația bolnavului având prioritate în fața manevrelor endoscopice.

- La pacienții cu laringospasm sau bronhospasm trebuie administrate bronhodilatatoare inhalatorii și corticoizi i.v. înainte sau după procedură
- În cazul maselor exofitice, saturația în O_2 poate scădea marcat și ventilația nu poate fi obținută datorită obstrucției complete a traheei; în acest caz, endoscopistul trebuie să înlăture rapid acea masă sau să treacă tubul rigid dincolo de obstrucție astfel încât să asigure o ventilație și o oxigenare satisfăcătoare
- Traumatisme ale dinților, buzelor și gingiilor
- Traumatisme ale coloanei vertebrale la pacienții cu boli preexistente ale acesteia și osteoporoză severă

- Perforația de perete a căilor aeriene cauzată de manipularea inadecvată a bronhoscopului rigid
- Luxarea sau dilacerarea corzilor vocale şi aritenoizilor, ca urmare a tehnicilor deficitare de intubație.

AVANTAJE

- abord foarte larg şi o vizibilitate bună la nivelul traheei şi bronhiilor principale
- posibilitatea obținerii de biopsii de dimensiuni mari
- posibilitatea executării de gesturi terapeutice (în general cu scop paleativ) - fotocoagulare, dezobstrucție bronşică cu laser, crioterapie, inserție de stenturi
- bronhoscopia rigidă practicată de un operator experimentat este urmată de o remarcabilă ameliorare a dispneei şi tusei, precum şi de restaurarea permeabilității căilor aeriene mari
- la pacienții cu cancer se îmbunătățeşte calitatea vieții, deşi supraviețuirea este adesea redusă de diseminările metastatice şi extensia locală a procesului neoplazic
- bronhoscopia rigidă intervențională este o alternativă pentru cei prea bolnavi pentru a mai suporta o intervenție chirurgicală deschisă sau ca metodă de temporizare.

DEZAVANTAJE

- posibilitate redusă de explorare a arborelui respirator, cu abord dificil la nivelul lobilor superiori şi explorare de obicei până la nivelul bronhiilor lobare, rar mai distal
- necesitatea unei neuroleptanalgezii
- morbiditate mai ridicată decât la fibrobronhoscopie.

❖ FIBROBRONHOSCOPIA

Introducerea instrumentelor endoscopice flexibile cu fibre optice (fibrobronhoscoape), în practica explorării arborelui traheo-bronşic (Ikeda, 1964), a dus la progrese considerabile în domeniul diagnosticului, tratamentului şi cercetării patogeniei afecțiunilor bronhopulmonare. Explorarea fibroscopică a înlocuit, în cele mai multe cazuri, bronhoscopia rigidă, prezentând o serie de avantaje față de aceasta şi o plajă largă de indicații.

AVANTAJELE FIBROBRONHOSCOPIEI

- extinderea câmpului de explorare la bronşii segmentare şi subsegmentare (de gradul 4 şi 5)
- simplificarea intubației, facilități de manevrare a instrumentelor
- confort şi toleranță crescută pentru pacient
- practicarea sub anestezie locală
- posibilitatea de obținere de material patologic în cazul leziunilor periferice sau al bolilor interstițiale difuze (prin tehnicile de prelevare bronhoscopică).

INCONVENIENTE

- costul ridicat al aparaturii
- biopsiile obținute au dimensiuni mai mici
- dificultăți în extragerea corpilor străini şi în controlul hemoragiilor masive (în aceste situații este de preferat bronhoscopia rigidă)

- la pacienţii hipoxemici favorizează desaturarea rapidă (prin pasajul tubului).

INDICAŢII

❑ INDICAŢII DIAGNOSTICE

- prezenţa unor imagini patologice radiologice, de etiologie necunoscută (atelectazii, infiltrate pulmonare, opacităţi persistente)
- evaluarea permeabilităţii şi a proprietăţilor mecanice ale căilor respiratorii superioare
- investigarea unei simptomatologii suspecte (hemoptizie, tuse persistentă şi inexplicabilă, wheezing localizat sau stridor, dispnee necorectabilă)
- citologie tumorală pozitivă sau suspectă la examenul sputei
- stadializarea neoplasmului bronho-pulmonar preoperator şi evaluarea răspunsului la tratament
- investigarea unor semne clinice suspecte (paralizie de corzi vocale sau de hemidiafragm, sindrom de venă cavă superioară, chilotorax etc.)
- necesitatea de a obţine produse patologice (secreţii din tractul respirator inferior, spălături, biopsii) pentru examen citologic, histologic şi microbiologic
- determinarea localizării şi extinderii leziunilor în urma inhalării sau aspirării de toxice
- evaluarea problemelor legate de tuburile endotraheale şi de traheostomie
- suspiciunea existenţei dopurilor de mucus sau a secreţiilor ca şi cauză a atelectaziilor lobare sau segmentare.

❑ INDICAŢII TERAPEUTICE

- îndepărtarea ţesutului endobronşic anormal sau a materialului străin cu ajutorul penselor sau al tehnicilor laser
- extragerea corpilor străini (în multe circumstanţe se preferă totuşi utilizarea bronhoscopului rigid)
- realizarea intubaţiilor dificile (pacienţi cu traumatisme cranio-cervicale, myasthenia gravis, patologie oro-maxilo-facială etc.)
- realizarea toaletei respiratorii atunci când nu se pot utiliza procedurile uzuale (drenaj postural, tapotaj, tuse) – în cazul leziunilor medulare, al atelectaziilor de lob inferior stâng etc.

❑ INDICAŢII PENTRU CERCETARE

- studiul drenajului muco-ciliar traheal
- evaluarea schimburilor regionale de gaze
- studiul structurii şi funcţiei cililor.

CONTRAINDICAŢII ABSOLUTE

- absenţa consimţământului pacientului sau al reprezentantului său legal, cu excepţia cazurilor când există o urgenţă medicală şi pacientul este în incapacitatea de a-şi da acordul
- absenţa unui bronhoscopist experimentat care să efectueze sau să supravegheze îndeaproape procedura

- lipsa facilităților tehnice şi a personalului pregătit să intervină în urgențele de tipul stopului cardio-respirator, pneumotoraxului sau hemoragiilor
- imposibilitatea de a asigura oxigenarea adecvată a pacientului în timpul procedurii.

Condiții patologice care implică riscul înalt al unor complicații serioase:

- coagulopatii sau diateze hemoragice necorectabile
- boală obstructivă severă a căilor aeriene
- hipoxemie severă, refractară
- status hemodinamic instabil, inclusiv aritmiile.

CONTRAINDICAȚII RELATIVE (situații cu risc crescut)

- lipsa de cooperare a pacientului
- infarct miocardic recent sau angină instabilă
- obstrucție traheală parțială
- hipoxemie moderată-severă sau orice grad de hipercapnie
- uremie şi hipertensiune pulmonară (posibilă hemoragie severă dupa biopsie)
- abces pulmonar (pericol de inundare a căilor respiratorii cu material purulent)
- obstrucție de venă cavă superioară (risc de sângerare şi de edem laringian)
- debilitate, vârstă avansată şi malnutriție
- insuficiență respiratorie ce necesită ventilație mecanică
- afecțiuni ce necesită laserterapie, biopsia leziunilor obstructive ale căilor aeriene mari sau biopsii pulmonare transbronşice multiple.

Siguranța procedurii fibrobronhoscopice la **pacienții astmatici** este o preocupare constantă dar prezența acestei afecțiuni nu exclude efectuarea fibroscopiei.

Bronhoscopia **nu** se va practica la pacienții care au **contraindicații** decât dacă beneficiul potențial depăşeşte riscurile.

ECHIPAMENT DE FIBROBRONHOSCOPIE

- fibrobronhoscop cu diametru adecvat, stabilit de endoscopist în funcție de pacient şi de procedura de urmat

Fibrobronhoscopul *(Anexele 12, 13)*:

- este un tub flexibil, lung, din material plastic suplu, cu diametrul extern variabil (3,6 - 6,1 mm)
- la capătul proximal are un dispozitiv de angulare a capătului distal, prin intermediul unor fibre metalice, şi un ocular
- conține fascicule de fibre optice izolate individual, cu dublă utilizare: unele transmit lumina de la sursă, pentru iluminarea suprafeței de examinat (au diametrul de cca. 25 μm şi sunt dispuse dezordonat), altele transmit imaginea suprafeței explorate (diametru < 25 μm şi dispoziție ordonată, astfel încât imaginea preluată să fie identică cu cea recepționată); rezoluția imaginii depinde de diametrul şi regularitatea dispunerii fibrelor în fascicul
- lentilele permit mărirea imaginii
- noile direcții de dezvoltare a tehnicii tind să înlocuiască fasciculul de fibre cu un cip plasat la vârful endoscopului, care oferă o rezoluție mult mai bună (videobronhoscoapele sunt un pas important în direcția unei examinări microscopice, de detaliu, a modificărilor mucoasei bronşice)

- dezvoltarea metodelor de videoendoscopie oferă, în plus, posibilitatea procesării imaginilor obţinute
- tubul fibroscopului mai conţine un canal intern, pentru aspiraţie şi pentru introducerea instrumentelor accesorii
- sursă de lumină pentru bronhoscop, echipament video şi fotografic (*Anexa 13*)
- instrumente accesorii - perii de citologie, pense flexibile pentru biopsie, ace de aspiraţie transbronşică, sonde-coşuleţ (înainte de iniţierea procedurilor se verifică compatibilitatea între diametrul extern al accesoriilor şi diametrul intern al fibroscopului)
- recipiente pentru colectarea produselor prelevate şi substanţe de fixare
- seringi pentru lavajul bronhiolo-alveolar, aspiraţia pe ac şi administrarea de droguri
- piesa bucală (pentru abordul per oral) – pentru protecţia aparatului
- seringa laringiană – pentru anestezia locală
- laringoscop
- tuburi endotraheale de diferite dimensiuni
- set de toracostomie
- materiale de abord intravenos.

DISPOZITIVE DE MONITORIZARE A PACIENTULUI

- pulsoximetru (*Anexa 14*)
- echipament de monitorizare electrocardiografică
- tensiometru

ECHIPAMENTUL SĂLII DE BRONHOSCOPIE

- scaun stomatologic/ pat pentru pacient
- masă mobilă pentru instrumentar
- unitate mobilă pentru echipamentul video
- sursă de oxigen şi echipament de administrare a O_2
- echipament de resuscitare
- sisteme-vacuum (portabile sau de perete) şi accesorii pentru aspiraţie
- echipament fluoroscopic
- echipament laser
- dulap pentru medicaţia de urgenţă
- sursă de apă curentă, chiuvetă
- agenţi enzimatici proteazici (Protozyme) pentru curăţarea şi îndepărtarea sângelui şi a materialului proteic înainte de dezinfecţie sau sterilizare (sau alţi detergenţi capabili să îndepărteze aceste substanţe)
- agenţi de sterilizare sau cu capacitate mare de dezinfecţie (glutaraldehida 2%, etilenoxid, acid peracetic)
- sistem de ventilaţie adecvată a încăperii şi alte măsuri de prevenire a transmiterii tuberculozei.

TEHNICA DE LUCRU

Pregătirea pacientului şi anestezia

Pacientul va primi informaţii clare asupra modului de desfăşurare a investigaţiei, asupra riscurilor şi beneficiilor acesteia şi va semna un consimţământ scris.

Este necesar ca bronhoscopia să se efectueze *a jeun* şi să fie precedată de o premedicaţie cu un sedativ (diazepam),

eventual codeină sau morfină (pentru combaterea reflexului de tuse) şi atropină s.c., cu 30 de minute înaintea investigaţiei, pentru reducerea secreţiilor bronşice şi blocarea reflexelor vaso-vagale. Se administrează O_2 pe sonda nazală, pentru prevenirea hipoxemiei în timpul procedurii.

Anestezia este **locală** şi se realizează, de elecţie, cu xilină (cu excepţia antecedentelor de alergie la substanţă). Xilina este disponibilă în mai multe forme de prezentare: soluţie 1, 2 şi 4%, gel şi spray. Timpii anesteziei includ anestezia buco-faringiană/nazală cu spray sau gargară cu xilină şi anestezia epiglotei, laringelui şi corzilor vocale cu spray sau picături administrate cu seringa laringologică (*Anexa 9*). Anestezia traheei şi bronşiilor primitive se completează pe parcurs, prin lubrefierea vârfului endoscopului cu gel şi instilare fracţionată de xilină.

Tehnici de intubaţie

Pacientul este aşezat în poziţie şezândă sau în decubit dorsal, iar examinatorul se poate afla în faţa sau în spatele pacientului.

Metodele de inserţie a fibrobronhoscopului sunt:

- calea nazală
- calea orală (prin tub endotraheal sau fără)
- prin intermediul unui bronhoscop rigid
- prin traheostomă.

MONITORIZAREA

Înainte, în timpul şi după bronhoscopie se monitorizează continuu anumiţi parametri clinici, paraclinici şi tehnici.

Parametri care ţin de pacient

- nivelul de conştienţă
- medicaţia administrată, dozele, căile de administrare şi timpul de acţiune
- răspunsul subiectiv la endoscopie (durere, disconfort, dispnee)
- presiunea arterială, frecvenţa cardiacă, ritmul, modificările funcţiei cardiace
- saturaţia puternică a O_2, saturaţia sângelui periferic cu O_2 (SpO_2) şi fracţiunea inspirată de O_2 (FiO_2)
- volumul curent, presiunea inspiratorie de vârf (PIP), adecvarea fluxului inspirator şi alţi parametri ventilatori, dacă subiectul este ventilat mecanic
- volumul lichidelor de spălătură (introduse şi extrase)
- studierea locului de biopsie
- urmărirea periodică post-procedură, timp de 24 - 48 de ore, a stării pacienţilor spitalizaţi şi instruirea verbală şi scrisă a celor ambulatori să contacteze medicul la apariţia oricăror semne şi simptome post-procedură (febră, durere toracică sau disconfort, dispnee, wheezing, hemoptizie etc.).

Parametri care țin de echipamentul de fibroscopie

- integritatea fibrobronhoscopului (a fibrelor optice, a canalului operator)
- respectarea strictă a procedurilor de curățare, dezinfecție și sterilizare a instrumentarului
- funcționarea nestânjenită, ușoară a instrumentelor de biopsie (pense, ace).

Parametri legați de organizarea serviciului

- evaluarea calității indicatorilor furnizați de aparate
- identificarea bronhoscopului utilizat pentru fiecare pacient
- evaluarea periodică a performanțelor departamentului de fibroscopie și a respectării normelor de funcționare (respectarca protocoalelor de dezinfecție, service-ul bronhoscoapelor etc.).

COMPLICAȚII

- legate de premedicație – hipotensiune, tahicardie/aritmii (la atropină), depresie respiratorie (sedative)
- determinate de anestezia locală – laringospasm, bronhospasm, aritmii
- produse de fibroscopia propriu-zisă – epistaxis (la abordul nazal), spasm laringian, hipoxemie, febră, bacteriemie, transmiterea unor agenți infecțioși (bacterieni, fungici, virali-HVB, HIV)
- legate de efectuarea de biopsii și alte proceduri – sângerări, pneumotorax, pneumonii.

LIMITELE METODEI

Derivă dintr-o pregătire inadecvată a **asistenților de bronhoscopie** în:

- tehnicile de premedicație în vederea examenului bronhoscopic
- funcționarea și pregătirea bronhoscopului și a echipamentului auxiliar
- monitorizarea clinică și funcțională în timpul procedurii
- recuperarea eșantioanelor obținute prin biopsii și spălături, prelucrarea lor și documentarea procedurii
- îngrijirile post-procedurale ale pacientului.

DEZINFECȚIA INSTRUMENTARULUI DE FIBRO-BRONHOSCOPIE

Fibrobronhoscoapele și instrumentele accesorii trebuie atent curățate, dezinfectate și sterilizate, în conformitate cu standardele și posibilitățile fiecărui serviciu de endoscopie, avându-se în vedere protecția pacienților, a medicilor care execută examenul endoscopic și a personalului auxiliar. Curățarea și dezinfecția se pot realiza manual sau cu mașini automate.

Curățarea este prima etapă și are ca scop îndepărtarea secrețiilor și a produselor patologice rămase pe suprafața și în interiorul instrumentelor, imediat după examinare. Această operațiune constă în ștergerea suprafeței externe a fibrobronhoscopului și aspirații succesive în canalele endoscopului (inițial cu apă curentă, apoi cu un detergent enzimatic, nonabraziv), scoaterea valvelor (de aspirație, de biopsie), imersia instrumentului în apă și perierea atentă a

tuturor suprafeţelor, canalelor şi valvelor urmată de clătirea cu apă.

Dezinfecţia se face prin imersia fibrobronhoscopului în soluţii dezinfectante (recomandate de producător – Cidex 2%, Virkon 3%) având grijă ca toate canalele instrumentului să fie bine irigate. Timpul de imersie depinde de produsul utilizat, de concentraţia sa şi de nivelul de dezinfecţie dorit. Ulterior se face clătirea şi aspiraţia cu apă distilată, pentru îndepărtarea dezinfectantului.

Uscarea instrumentului se face prin ştergere şi prin aspirare de aer pentru canalul operator.

Păstrarea fibrobronhoscoapelor se face în poziţie verticală, într-un stativ special.

Sterilizarea endoscoapelor se poate face **la rece** (imersie prelungită în soluţii dezinfectante – 10 ore în soluţie de glutaraldehidă) sau cu **gaz ETO.**

Instrumentele accesorii (pense de biopsie, perii de citologie) se curaţă manual prin periere şi se pot dezinfecta prin imersie în glutaraldehidă sau se pot steriliza prin autoclavare.

Controlul calităţii dezinfecţiei se face periodic, prin prelevări de la nivelul suprafeţelor şi canalelor endoscoapelor şi din circuitele maşinilor automate, în vederea examenelor bacteriologice.

Curăţarea şi dezinfecţia instrumentarului endoscopic se face de către **personalul mediu,** special instruit, care necesită măsuri speciale de protecţie: mănuşi de unică folosinţă, halat cu mâneci lungi, mască şi ochelari de protecţie, vaccinare anti-hepatita B.

❖ TEHNICI DE PRELEVARE BRONHOSCOPICĂ

Tehnicile de prelevare bronhoscopică au un aport semnificativ în trasarea diagnosticului, în cazurile rămase fără un diagnostic pozitiv după epuizarea altor metode de explorare. Instrumentele flexibile permit efectuarea tuturor tehnicilor descrise mai jos, în timp ce, prin bronhoscopie rigidă, se pot face numai prelevări din zonele centrale.

ASPIRATUL BRONŞIC (SPĂLĂTURA ENDOBRONŞICĂ)

- constă în instilarea a 5 - 10 ml ser fiziologic, la temperatura corpului, şi recuperarea lichidului prin aspirare
- se poate practica **central** sau **periferic** (în bronşii lobare sau segmentare cu modificări patologice)
- materialul recuperat este supus examinării citologice, bacteriologice (floră banală, bK), micologice, virusologice (Citomegalovirus, herpes simplex) sau pentru detectarea germenilor oportunişti (*Pneumocystis carinii*).

BROSAJUL (PERIAJUL BRONŞIC)

- se efectuează cu perii flexibile, prin fibrobronhoscop
- se poate realiza **proximal** (sub control vizual) sau **distal** (opţional sub control radiologic)
- din produsul de brosaj se realizează un frotiu, care se fixează; peria se agită într-un recipient cu ser fiziologic, care se supune examenelor citologic şi microbiologic.

BIOPSIA BRONŞICĂ

- poate fi **biopsie endobronşică** sau **biopsie transbronşică periferică**
- **biopsia endobronşică** – se realizează cu pense flexibile prin fibrobronhoscop sub control vizual şi este urmată, în general, de mici sângerări
- **biopsia transbronşică periferică** - se efectuează cu pense mai mari ("crocodil") şi prelevează parenchim pulmonar prin efracţia peretelui bronşic; se poate complica cu pneumotorax şi necesită control fluoroscopic.

PUNCŢIA TRANSBRONŞICĂ

- **centrală (puncţia ganglionară transbronşică)** – se practică cu ace metalice dirijate sub control vizual prin fibrobronhoscop şi este utilă în investigarea adenopatiilor mediastinale
- **periferică (puncţie aspiraţie transbronşică periferică)** – se practică sub control fluoroscopic, cu risc minim de pneumotorax, în pneumopatiile periferice.

LAVAJUL BRONHIOLO-ALVEOLAR (LBA)

- este o metodă semiinvazivă de explorare a teritoriilor pulmonare distale, practicată printr-un fibrobronhoscop cu un canal larg de aspiraţie

- se face sub anestezie locală, înaintea aspiratului bronşic şi a biopsiei
- constă în instilarea fracţionată de ser fiziologic steril şi recuperarea lui, prin aspiraţie blândă, în proporţie de 40 - 70% (cantitatea totală introdusă variază între 100 - 200 ml)
- lichidele recuperate se transportă separat în tuburi siliconate
- materialul obţinut poate furniza date:
  - **bacteriologice** (flora banală, bK, agenţi oportunişti, fungi)
  - **virusologice** (teste de imunofluorescenţă cu anticorpi monoclonali)
  - **citologice** (celule tumorale, celule mononucleare în inflamaţiile difuze neinfecţioase – macrofage, limfocite, subtipuri limfocitare)
  - **biochimice** (albumine, enzime, prostaglandine, imunoglobuline)
- indicaţiile principale ale metodei sunt:
  - pneumopatiile la imunodeprimaţi
  - metastazele pulmonare
  - carcinomul bronşioloalveolar
  - hemoragiile pulmonare
  - pneumopatiile interstiţiale difuze.

❖ TEHNICI TERAPEUTICE UTILIZATE ÎN BRONHOSCOPIE

Tehnicile bronhoscopice cu viză terapeutică constau în:

- extracția de corpi străini
- laserterapia
- crioterapia
- electrocauterizarea
- bronhoaspirația
- inserțiile de proteze endotraheale (stenturi)
- brahiterapia (endobrahiterapia)

Majoritatea acestor tehnici au un caracter paleativ şi pot fi practicate atât prin fibrobronhoscop cât şi prin bronhoscopie rigidă, care este **preferată** în cazul extracției de corpi străini, laserterapiei, bronhoaspirației şi inserției de stenturi.

ENDOBRAHITERAPIA

- reprezintă iradierea leziunilor maligne endobronşice, prin introducerea în arborele bronşic a unei sonde radioactive în interiorul unui cateter
- permite iradierea precisă, pe un segment foarte mic, cu doze mari raportate la suprafață (high dose rate – HDR - brachytherapy)
- este utilizată la bolnavii cu iradiere externă completă sau ca metodă complementară acesteia
- endobrahiterapia se va efectua într-o cameră specială, aproape de unitatea de endoscopie sau, în cazul existenței unei unități mobile de endoscopie, direct în departamentul de radioterapie

- aprecierea poziționării cateterului se face prin radiografie toracică sau prin control fluoroscopic, care are ca dezavantaj imposibilitatea documentării ulterioare
- sursa de electie este 192Ir, cu o activitate specifică de 10Ci
- diametrul cateterului este important, întrucât determină doza de contact cu suprafața (pentru a evita dozele excesive la nivelul mucoasei se preferă utilizarea cateterelor cu diametru mai mare – 4 mm)
- cateterele se introduc în arborele bronşic prin canalul operativ al fibrobronhoscopului, utilizând tehnica Seldinger (pe un fir ghid)
- necesită anestezie locală (xilocainã 4%), sedare şi antitusive (mişcările sau tusea pacientului pot deplasa cateterul)
- HDR brahiterapia poate fi utilizată în scop paleativ sau curativ:

- tratamentul **paleativ** se adresează pacienților cu carcinom recidivant, obstructiv şi are ca scop final ameliorarea simptomelor bolnavului (a dispneei); uneori se constată şi o îmbunătățire a probelor funcționale (PEF) sau a nivelului gazelor sanguine, ca urmare a reexpansionarii unei zone de atelectazie
- tratamentul **curativ** urmăreşte prelungirea supraviețuirii şi poate fi încercat la pacienții cu carcinom *in situ* sau la cei cu tumori T1; în aceste cazuri, problemele principale sunt definirea exactă a limitelor tumorii, amplasarea precisă a cateterului şi evitarea complicațiilor rezultate din folosirea dozelor de sterilizare – necroza severă a mucoasei şi hemoragia fatală indusă de necroza tumorii.

CRIOTERAPIA

- constă în înghețarea țesuturilor cu ajutorul unei sonde, care este răcită cu gaz (NO sau azot lichid)
- efectul congelării țesuturilor este apariția unei cristalizări extracelulare, cu deformarea celulelor și apoi o congelare intracelulară, cu distrugerea organitelor celulare
- la periferia zonei apare un efect de criotromboză, care obstruează complet vasele sanguine și lărgește aria de acțiune
- rezultatul este o distrugere cu margini nete, nesîngerândă, care va fi treptat înlocuită cu o cicatrice fibroasă
- tehnica se realizează atât pe bronhoscopul rigid cât și pe fibrobronhoscop
- **avantaje**: realizare facilă pe fibrobronhoscop, nu necesită anestezie generală, morbiditate redusă și preț de cost redus
- **dezavantaje**: efectul de dezobstrucție apare în timp și uneori sunt necesare ședințe repetate
- **agenții de congelare** utilizați sunt: azotul lichid (ușor de obținut, se păstrează la temperatura sa de saturație, - 196°) și oxidul nitros (depozitat la temperatura camerei în butelii de înaltă presiune, în care se află în stare lichidă)
- echipamentul de crioterapie (criomașini) include: consola, crioelectrodul și o linie de transfer care conectează consola si cilindrul de gaz cu electrodul
- crioelectrozii pot fi rigizi, semirigizi și flexibili; primele două tipuri se utilizează numai prin bronhoscopul rigid, în timp ce electrozii flexibili merg și prin canalul fibrobronhoscopului, dar necesită un diametru mai mare al acestuia (aprox. 3 mm)

- monitorizarea congelării reprezintă o problemă și se bazează mult pe experiența endoscopistului (modificarea de culoare și de consistență a țesuturilor); metoda obiectivă disponibilă actualmente pentru monitorizare este metoda bioelectrică, care se bazează pe modificarea impedanței țesuturilor în cazul cristalizarii complete a mediului extracelular
- crioterapia prin fibroscop are o durata mai lunga (45 - 60 min.), deoarece crioelectrodul flexibil are putere de congelare mai mică și se reîncălzește mai greu decât cel rigid
- cel mai avantajos tip de leziune pentru această terapie este leziunea polipoidă, benignă sau malignă
- tehnica: vârful metalic al electrodului este împins în tumoră și se produce o congelare circumferențială; se practică trei cicluri congelare-congelare, în fiecare punct de impact cu tumora, până la congelarea întregii suprafețe vizibile a tumorii
- în cazul leziunilor infiltrative, crioterapia se utilizează prin contact lateral, tangențial, cu repetarea endoscopiei la 8 - 10 zile pentru evaluare
- indicațiile se referă la tratamentul simptomatic, hemoptizia cauzată de o leziune vizibilă fiind o indicație majoră (prin efectul hemostatic al frigului); dispneea poate fi influențată dar efectele nu sunt imediate, ceea ce contraindică utilizarea metodei în rezolvarea unei insuficiențe respiratorii acute prin obstrucție
- se indică în tratamentul tumorilor maligne în scop paleativ; când chirurgia este contraindicată, se poate folosi în tratamentul tumorilor carcinoide

- o altă indicaţie este prezenţa ţesutului de granulaţie şi tumorile benigne (exceptând lipoamele)
- uneori se poate folosi în extragerea corpilor străini, utilizând efectul de aderenţă la o suprafaţă metalică îngheţată.

LASERTERAPIA

- constă în realizarea unei dezobstrucţii bronşice, prin iradierea cu raze laser a leziunilor endobronşice
- eficienţă ridicată, dezobstrucţie imediată
- materialul este scump, necesită o pregătire specială a operatorilor
- se realizează prin fibroscopie rigidă, sub anestezie generală
- terapia laser în bronhologie este posibilă datorită descoperirii proprietăţii fibrelor opticc dc a transmite anumite radiaţii laser (YAG-Nd = argon and yttrium aluminium garnet-neodymium); acest tip de laser are o putere suficientă pentru a vaporiza ţesuturile, producând şi un efect coagulant bun (*Anexele 4, 5*)
- indicaţia principală: stenozele maligne ale traheei şi bronhiilor mari (ca metodă paleativă)
- poate fi asociată cu plasarea endobronşică a unui stent, care va asigura ulterior şi permeabilizarea zonei respective
- alte indicaţii se referă la tumori benigne şi stenoze traheale iatrogene
- complicaţiile majore sunt hipoxia şi hemoragia, care trebuie corectate prompt prin aspiraţia sângelui şi controlul ventilaţiei
- alte complicaţii mai pot fi perforarea căilor aeriene cu emfizem mediastinal, pneumotorax sau infecţie.

ELECTROCAUTERIZAREA

- este o metodă terapeutică endoscopică ce utilizează curenţi de înaltă frecvenţă
- procedura se poate efectua utilizând bronhoscoapele rigide sau fibrobronhoscoapele; bronhoscoapele rigide, metalice, nu sunt înpământate şi este necesar ca vârful electrodului să nu vină în contact cu sistemul optic sau cu peretele bronhoscopului, pentru a evita scurgerile de curent. Noile generaţii de instrumente flexibile beneficiază de o bună izolare electrică şi nu au în componenţă structuri metalice
- sunt disponibile diferite tipuri de electrozi: unipolari (cei mai comuni), care pot fi rigizi sau flexibili; cei flexibili pot fi simpli cu vârf rotunjit, tip bisturiu, pense sau anse de sârmă. Prin electrozii unipolari circulă curentul de înaltă frecvenţă în ţesuturi şi este evacuat prin intermediul unui electrod plat, neutru (acesta trebuie să aibă un contact suficient de extins cu tegumentul, pentru a evita riscul arsurilor cutanate) (*Anexa 3*)
- generatoarele de curent de înaltă tensiune au un senzor de monitorizare continuă a circuitului de înaltă tensiune şi avertizează, prin semnale luminoase sau sonore, depăşirea valorilor limită; unele indică puterea (în watts), fiind programabile înaintea procedurii
- pacientul va fi aşezat pe un pat, fără a veni în contact cu părţi metalice şi nu va avea asupra sa obiecte din metal (pentru a asigura izolarea)
- generatorul va fi pus pe controlul automat în vederea realizării unei coagulări blânde, cu posibilitatea de a varia intensitatea curentului; puterea necesară pentru distrugerea leziunilor este de aprox. 40 - 60 W

- electrodul este introdus în canalul bronhoscopului şi trebuie să depăşească capătul distal al acestuia cu aprox. 2 cm; vârful electrodului trebuie să vină în contact cu leziunea
- nu se va administra oxigen în timpul procedurilor care produc arc electric sau scântei
- generatorul de înaltă frecvenţă este activat cu o pedală şi ţesutul este încălzit la 70 - 100 de grade şi distrus imediat prin vaporizare
- indicaţia principală este hemoptizia cauzată de o leziune vizibilă; dispneea poate fi ameliorată semnificativ, inclusiv în unele cazuri de insuficienţă respiratorie acută (efectele procedurii sunt imediate)
- indicată în tratamentul tumorilor maligne primare sau secundare, în rezecţia polipilor cu bază îngustă de implantare (cu electrozi tip ansă); leziunile cu bază largă se pot opera cu electrodul simplu sau cu cel tip bisturiu
- complicaţia cea mai frecventă este sângerarea, care poate fi oprită prin termocoagulare; poate produce şi deprogramarea pace-maker-elor cardiace, inducând aritmii.

PULSOXIMETRIA

DEFINIŢIE / DESCRIEREA PROCEDURII

Pulsoximetria este o metodă rapidă şi noninvazivă de determinare a saturaţiei sângelui periferic cu oxigen (**SpO_2**), furnizând astfel o estimare a saturaţiei arteriale a oxihemoglobinei (**SaO_2**). Procedura se bazează pe diferenţa absorbţiei luminii roşii de către oxihemoglobină şi - respectiv- hemoglobina redusă şi se realizează cu ajutorul pulsoximetrului, care utilizează un sistem fotoelectric.

Metoda poate fi practicată atât în spitale şi cabinete medicale, cât şi la domiciliu.

INDICAŢII

- monitorizarea saturaţiei arteriale a oxihemoglobinei (când măsurarea directă a SaO_2 nu este disponibilă sau accesibilă în timp util)
- necesitatea cuantificării răspunsului saturaţiei arteriale a oxihemoglobinei la intervenţiile terapeutice sau în cursul procedurilor diagnostice (ex. bronhoscopie)
- respectarea regulamentelor şi recomandărilor grupurilor de lucru
- când se cere o monitorizare prelungită şi continuă (ex. în timpul somnului, efortului, bronhoscopiei)

- când evaluarea echilibrului acido-bazic şi/sau a PaO_2 nu este necesară.

CONTRAINDICAŢII RELATIVE

- necesitatea de măsurare continuă a pH-ului, a $PaCO_2$, a hemoglobinei totale şi a hemoglobinelor anormale.

RISCURILE METODEI

- obţinerea unor rezultate fals-negative pentru hipoxemie şi/sau a unor rezultate fals-pozitive pentru normoxemie sau hiperoxemie, care pot conduce la un tratament inadecvat al pacientului
- leziuni tisulare survenite la locul de măsurare ca urmare a utilizării inadecvate a traductorului (durere la presiune prin aplicare prelungită, şoc electric şi arsuri prin substituirea de traductori incompatibili între instrumente).

LIMITELE DISPOZITIVULUI

Factorii sau **situaţiile** care pot afecta citirea, limita precizia, performanţa şi aplicarea unui pulsoximetru includ:

- artefacte de mişcare
- hemoglobine anormale (carboxihemoglobina – COHb, methemoglobina - metHb)
- coloranţi intravasculari
- expunerea celulei fotoelectrice a oximetrului la lumina ambiantă, în timpul măsurării
- perfuzie tisulară diminuată
- tegumcntc pigmcntatc

- prezenţa lacului de unghii
- incapacitatea de a detecta saturaţii < **83%** cu aceeaşi acurateţe cu care se detectează saturaţii mai înalte
- incapacitatea de a cuantifica gradul de hiperoxemie prezent
- hiperbilirubinemia s-a dovedit a **nu** afecta acurateţea citirii SpO_2.

VALIDAREA REZULTATELOR PULSOXIMETRIEI

Pentru a valida citirile pulsoximetrului se evaluează concordanţa dintre **SpO_2** şi saturaţia arterială a oxihemoglobinei **(SaO_2),** obţinută prin măsurare directă – aceste măsurători trebuie iniţial efectuate simultan şi apoi reevaluate periodic, în funcţie de starea clinică a pacientului.

Pentru a asigura **corectitudinea îngrijirilor medicale** bazate pe determinarile **SpO_2** se respectă:

- alegerea adecvată a traductorului şi amplasarea lui corectă
- recomandările specifice ale producătorului
- se asigură că dispozitivul detectează o undă adecvata a pulsului
- în timpul oximetriei continue, echipamentul trebuie legat de sistemele de monitorizare la pat a semnelor vitale şi se fixează alarma (Hi/Low)

Rezultatele măsurarii SpO_2 trebuie consemnate în fişa medicală a pacientului, incluzând şi condiţiile detaliate în care s-au obţinut aceste citiri:

- data, ora, rezultatul citirii; poziţia pacientului, nivelul de activitate şi locul; în timpul monitorizării, trebuie să existe asigurarea că nivelul dc activitate al pacientului este cel recomandat de medič

- precizarea oricărui aport suplimentar de oxigen şi a tipului de sursă utilizată
- locul de amplasare a traductorului şi tipul acestuia
- modelul aparatului (dacă sunt disponibile mai multe tipuri)
- valorile pH-ului arterial, PaO_2 si $PaCO_2$ obţinute simultan şi valorile COHb, metHb si O_2Hb obţinute prin determinare directă (dacă determinările directe nu au fost simultane cu pulsoximetria se va preciza ca rezultatele acesteia din urmă nu sunt validate)
- stabilitatea valorilor citite (durata timpului de observaţie şi gradul de variaţie)
- evaluarea clinică subiectivă a perfuziei tisulare la locul de măsurare (cianoză, temperatura cutanată)
- concordanţa între frecvenţa cardiacă determinată de pulsoximetru, cea determinată palpator şi cea de pe osciloscop
- SpO_2 măsurată ar trebui să reflecte starea clinică a pacientului
- documentarea rezultatelor, intervenţia terapeutică sau absenţa acesteia şi/sau deciziile clinice bazate pe valorile SpO_2 trebuie notate în fişa medicală.

ECHIPAMENT

- pulsoximetru şi accesoriile acestuia (traductori de dimensiuni adecvate) (*Anexa 14*)
- oximetrul trebuie validat de producător prin compararea valorilor sale (respectiv curba sa de calibrare) cu valorile saturaţiei oxihemoglobinei obţinute prin determinări directe.

FRECVENŢA DETERMINĂRILOR SpO_2

După obţinerea iniţial a unor valori concordante între **SaO_2** si **SpO_2**, frecvenţa determinării **SpO_2** (continuă sau intermitentă) depinde de statusul clinic al pacientului, de indicaţiile procedurii şi de recomandările ghidurilor existente. De exemplu, monitorizarea continuă a **SpO_2** poate fi indicată pe durata unei bronhoscopii, pentru detectarea episoadelor de desaturare, în timp ce o monitorizare intermitentă (*spot check*) poate fi suficientă pentru evaluarea eficacităţii terapiei continue cu oxigen, în cazul unui pacient stabil postoperator.

Trebuie totuşi subliniat că măsurarea directă a **SaO_2** este necesară ori de câte ori **SpO_2** nu confirmă sau nu verifică suspiciunile legate de starea clinică a pacientului.

CONTROLUL INFECŢIILOR

Nu sunt necesare precauţii speciale, ci doar cele universale:

- dacă traductorul este destinat utilizării la mai mulţi pacienţi, el trebuie curăţat în conformitate cu recomandările producătorului
- porţiunea externă a monitorului trebuie curăţată ori de câte ori dispozitivul rămâne în salonul unui pacient pentru perioade mai lungi, când s-a murdărit sau când a venit în contact cu organisme potenţial transmisibile.

EXPLORAREA FUNCȚIONALĂ VENTILATORIE

Măsuratorile funcției ventilatorii în practica diagnostică de rutină constau în cuantificarea volumului de gaz conținut de plămâni în anumite circumstanțe și rata la care este eliminat din plămâni. Funcția ventilatorie este măsurată în condiții **statice**, pentru determinarea volumelor pulmonare și în condiții **dinamice,** pentru determinarea debitelor ventilatorii forțate.

INDICAȚII

- diagnosticul funcțional și etiologic al afecțiunilor pulmonare
- teste de provocare și de expunere profesională
- evaluare preoperatorie
- controlul eficacității terapiei
- evaluarea capacității de muncă.

CONTRAINDICAȚII

- pneumopatii inflamatorii acute.

DETERMINAREA VOLUMELOR PULMONARE

Volumele pulmonare reprezintă cantitatea de aer care se găsește în plămâni la diverse poziții ale aparatului toraco-pulmonar și se obțin prin metoda spirografică. Valorile se exprimă în litri și se corectează **BTPS** (body temperature and pressure saturated with water vapor) (*Anexa 17*).

- **capacitatea vitală (CV)** – reprezintă variația volumului pulmonar între poziția inspiratorie maximă și poziția expiratorie maximă
- subdiviziunile capacității vitale sunt:
- **volumul curent (VT)** - reprezintă volumul de aer inspirat sau expirat în timpul unui ciclu respirator
- **volumul inspirator de rezervă (VIR)** - reprezintă variația de volum pulmonar între poziția inspiratorie de repaus și poziția inspiratorie maximă
- **volumul expirator de rezervă (VER)** - variația de volum pulmonar între poziția expiratorie de repaus și poziția expiratorie maximă
- **capacitatea inspiratorie (CI)** - reprezintă volumul maxim de aer care poate fi inspirat, de la poziția expiratorie de repaus **(CI=VT+VIR)**
- **capacitatea vitală forțată (CVF)** – se măsoară pe expirograma forțată

Celelalte volume pulmonare nu **se** pot măsura cu ajutorul spirometrului, pentru că ele includ volumul de gaz prezent în plămâni după o expirație maximă, dar se pot determina prin **metoda diluției gazelor** sau prin **bodypletismografie**. Aceste volume sunt următoarele:

- **volumul rezidual (VR)**
- **capacitatea reziduală funcțională (CRF)**

- **capacitatea pulmonară totală (CPT).**

METODE ŞI TEHNICI DE DETERMINARE

Metoda diluției gazelor

Această tehnică se efectuează în circuit deschis sau închis şi necesită un gaz care în mod normal nu se găseşte în plămân (gaze insolubile, care nu difuzează în sânge la nivelul membranei alveolo-capilare şi nu se dizolvă în țesutul pulmonar – **He, N_2**).

Metoda de rutină pentru determinarea **CRF** este **metoda diluției heliului** prin respirații multiple în circuit închis.

Echipamentul necesar constă în:

- spirograf cu circuit închis
- sursă de heliu
- analizor al concentrației de heliu
- sursă de oxigen
- dispozitiv de absorbție a CO_2

Principiul metodei:

Subiectul respiră un amestec de heliu (He) şi aer din spirograf iar heliul este diluat de către gazul preexistent în plămâni, până la atingerea unui echilibru. Cunoscând volumul rezervorului (spirograf) şi concentrațiile inițială şi finală ale He, se poate calcula volumul de gaz prezent în plămâni. Testul începe când plămânul se află în poziție expiratorie de repaus.

Sursele de eroare țin de aparat, de examinator şi de subiectul investigat:

- variații în volumul sistemului plămân-spirograf
- erori de citire a concentrației heliului (datorate analizorului de gaze)

- lipsa de etanşeitate a circuitului (se traduce prin valori crescute ale CRF)
- manipulare incorectă a aparatelor
- greşeli de calcul
- conectarea subiectului la aparat în alt moment decât sfârşitul expirului de repaus
- instruire insuficientă a pacientului
- prezența unor spații aeriene slab comunicante (bule), care duc la subevaluarea CRF.

Bodypletismografia

Această metodă are o acuratețe mai mare în măsurarea volumelor pulmonare şi, în plus, permite măsurarea **rezistenței la flux** în căile aeriene (**Raw**).

Bodypletismograful este un dispozitiv complex, prevăzut cu (*Anexa 16*):

- o cabină închisă, transparentă, unde este instalat pacientul
- pneumotahograful pentru măsurarea fluxului de aer la nivelul gurii şi determinarea momentului sfârşitului expirului
- piesa bucală cu obturator (închis prin telecomandă de către tehnician, sau automat la un punct preselectat din ciclul respirator)
- computer flux-presiune
- osciloscop – pentru redarea mişcărilor ventilatorii
- inscriptor electronic în X-Y, pentru reprezentarea grafică a mişcărilor ventilatorii
- instrumente de etalonare şi control al etalonării (pletismografele computerizate permit etalonarea automată a traductorilor, utilizând factorii de corecție din software)

Bodypletismografele sunt de două tipuri: cu volum constant şi presiune variabila (**barometrice**) sau cu volum variabil şi presiune constantă (**volumetrice**).

Principiul metodei (pentru măsurarea **VGT**):

Metoda determină volumul gazos intratoracic (**VGT**) care, la poziția expiratorie de repaus, este egal cu **CRF**. Subiectul aflat în cabina etanşă, cu nasul pensat, este conectat printr-o piesă bucală la un pneumotahograf cu integrator de volum. La sfârşitul unui expir de repaus se închide, pentru scurt timp, calea prin care aerul intră în plămâni şi se cere subiectului să facă mişcări ventilatorii rapide şi superficiale împotriva obstacolului. Deoarece nu există nici un flux aerian dinspre sau înspre pletismograf, presiunea în torace se modifică în timpul mişcărilor ventilatorii, cauzând compresiunea şi rarefacția gazului intrapulmonar şi, simultan, rarefacția şi compresiunea gazului din pletismograf. Prin măsurarea modificărilor de presiune din pletismograf şi de la nivelul piesei bucale se poate calcula volumul de gaz intratoracic folosind legea Boyle.

Surse de eroare:

- ventilație cu frecvență mai mare de 1/sec. (supraestimarea VGT)
- musculatura slabă a obrajilor şi a buzelor
- cooperare dificilă
- tehnică greşită de înregistrare
- etanşeitate imperfectă a cabinei.

Calculul **VR**: **VR = CRF - VER**

CPT = CRF + CI sau **CPT = CV + VR**

DETERMINAREA DEBITELOR VENTILATORII FORȚATE

Debitele ventilatorii sunt mărimi care evaluează performanța pompei de aer şi depind de proprietățile mecanice ale aparatului toraco-pulmonar, de forța de contracție a musculaturii ventilatorii şi de reflexele pulmonare. Ele sunt determinate în cursul inspirației sau expirației forțate sau în cursul ventilației forțate. Rezultatul este o mărime exprimată în **debite medii**, adică volume raportate la timp, măsurate pe curba volum-timp a spirogramei sau în **debite instantanee maxime,** raportate la volumul pulmonar, măsurate pe curba flux-volum.

Debitele ventilatorii se exprimă in l/s şi se corectează BTPS.

Pe **expirograma maximă şi forțată** se determină (*Anexa 17*):

- **volumul expirator maxim pe secundă** (**VEMS** sau **FEV_1**) reprezintă volumul maxim de aer expulzat din plămâni în prima secundă a expirației forțate. Ulterior se poate calcula **indicele Tiffeneau = VEMSx100/CV**
- **debitul mediu expirator maxim între 25 - 75% din CVF** (**$FEF_{25-75\%cv}$** = forced mid expiratory flow sau **MMEF** = maximal mid expiratory flow)
- **debitul mediu expirator maxim între 50 - 75% din CV** (**$FEF_{50-75\%cv}$**)

Debitele expiratorii şi inspiratorii maxime instantanee sunt evaluate pe bucla flux-volum, înscrisă în timpul unor mişcări ventilatorii maxime şi forțate, într-un anumit moment al mişcării ventilatorii sau la un volum pulmonar dat. Aceste debite se evaluează prin **pneumotahografie.**

Curba flux-volum expiratorie măsoară debitele instantanee maxime raportate la volum, în cursul unei expirații maxime și forțate. Pe această curbă se pot măsura:

- **debitul expirator maxim instantaneu de vârf (PEF)**, adică valoarea maximă a fluxului atins în cursul expirației forțate, pornind de la o inspirație completă
- **debitele expiratorii maxime instantanee la 75%, 50% și 25% CV (MEF_{75}, MEF_{50} si MEF_{25})** – reprezintă debitul maxim din momentul când s-a eliminat 25%, 50% și respectiv 75% din CVF.

Pe **curba flux-volum inspiratorie forțată** se determină parametrii:

- **debitul inspirator maxim instantaneu de vârf (PIF)** în punctul maxim de curbură a graficului
- **debitul inspirator maxim instantaneu la 50% CV (MIF_{50})**.

SPIROMETRIA

Spirometria este metoda cea mai larg utilizată pentru testarea funcției **ventilatorii**, măsurând CV și subdiviziunile sale (spirograma **completă**) (*Anexa 17*), VEMS și CVF (expirograma maximă și forțată) (*Anexa 17*).

Măsurătorile spirometrice se realizează cu diferite tipuri de spirometre (*Anexele 18, 19*), prin două metode:

- măsurarea **volumului**
- măsurarea **fluxului**

Ambele semnale pot fi procesate pentru calcularea fluxului din volum și timp sau a volumelor din flux și timp. Microcipurile moderne, cu un software adecvat, permit ca

aceste conversii să se realizeze aproape instantaneu, dar sunt posibile și erori în eșantionarea și procesarea semnalelor.

Spirometrele pentru măsurarea volumului

- pot fi cu clopot sau cu piston/cilindru alunecător, transformând deplasarea fizică într-o înregistrare de volum
- mișcarea dispozitivului, provocată de modificarea de volum, este folosită pentru inscripționarea cu o peniță pe o hârtie ce se deplasează cu o viteză cunoscută (kimograf) a unei înregistrări grafice volum-timp (**spirograma**)
- unele spirometre folosesc un dispozitiv digital sau un potențiometru pentru a produce un semnal digital, respectiv, analogic, proporțional cu schimbarea de volum; dacă este necesar, semnalul electric este trecut printr-un convertor analog-numeric, apoi este procesat și stocat de calculator
- în acest mod, fluxul poate fi calculat din diagrama volum-timp și poate fi, totodată, generată curba flux-timp sau flux - volum.

Spirometrele care măsoară fluxul

- măsoară și integrează fluxul de aer pentru a măsura volumul, utilizând senzori de flux care se bazează pe diferite principii (presiunea diferențială, turbina rotativă, firul încălzit).

Spirometrele bazate pe măsurarea presiunii diferențiale:

- principiul acestor dispozitive este măsurarea diferenței de presiune creată de o rezistență fixă, plasată în calea fluxului de aer, diferența de presiune fiind direct proporțională cu fluxul.

Spirometrele care folosesc turbina rotativă

- au o turbină rotativă, care se roteşte cu o viteză proporţională cu fluxul care o pune în mişcare
- turbina întrerupe un fascicul de lumină ce cade pe o celulă fotoelectrică, fiind contorizat numărul de rotaţii, care exprimă fluxul prin intermediul unui factor de calibrare stabilit de către producător.

Spirometrele care folosesc firul încălzit

- operează pe baza următorului principiu: fluxul de aer circulă pe lângă un fir prin care trece un curent electric, care îi asigură o temperatură constantă; curentul devine măsura fluxului prin spirometru.

Spirometrele cu ultrasunete

- au ca principiu măsurarea timpului de răspuns al unui fascicul ultrasonic între emiţător şi senzor
- presupun o procesare de semnal complexă, nu au nevoie de calibrare dar au nevoie de analiza computerizată a semnalelor
- corecţia semnalelor de flux neliniar de la aceste dispozitive este realizată automat de un program.

Multe dintre spirometrele sensibile la flux sunt disponibile în dispozitive mici, portabile, de mână. Unele dintre ele sunt vândute ca dispozitive de **monitorizare,** ieftine şi robuste, dar fără prea mare acurateţe, iar altele, ca dispozitive de **diagnostic,** robuste şi cu o bună acurateţe.

Caracteristicile spirometrului ideal pentru practica clinică

- este adecvat să existe un spirometru standard pentru "monitorizare" şi unul pentru "diagnostic"

- spirometrele de tip "monitorizare" admit ca măsuratorile să aibă o acurateţe scăzută dar, fiind utilizate în aceleaşi condiţii, pot fi folosite pentru a urmări progresul pacientului în timp
- în condiţii clinice, unde accentul este plasat pe stabilirea diagnosticului corect, sunt necesare dispozitive cu o acurateţe înaltă.

Criterii esenţiale (bazate pe criteriile European Respiratory Society)

1. domeniul de volum: **0 - 8 L**
2. domeniul de flux: **- 12 ± 12 L/s**
3. rezistenţa: **< 1,5 cmH_2O.L/s**
4. usurinţa în calibrare: cu seringa de **1 L** sau de **3 L**
5. graficul volum-timp în timp real (de preferat şi graficul flux - volum, de asemenea)
6. posibilitatea de a stoca o copie a diagramei volum - timp şi flux - volum, fie printr-o imprimantă directă, fie prin intermediul PC
7. trebuie să măsoare următoarele valori: **FEV_1, FVC, VC, PEF**
8. corecţia **BTPS** a tuturor volumelor

* foarte multe spirometre sunt proiectate pentru piaţa SUA şi se bazează pe criteriile American Thoracic Society (ATS), care sunt puţin diferite de cele pentru piaţa europeană.

PEAK EXPIRATORY FLOW-metria (PEF-metria)

Înregistrează parametrul *peak expiratory flow* (**PEF**), care este util ca indicator pentru aprecierea gradului de severitate a unor boli respiratorii obstructive şi ca reper pentru

luarea unor decizii terapeutice şi comportamentale de către pacient şi medicul curant. Reversibilitatea pe termen scurt a PEF ajută la precizarea corectă a diagnosticului de astm bronşic (interpretată, de obicei, în contextul măsurarii simultane a VEMS şi a CVF) şi la monitorizarea răspunsului terapeutic.

Măsurarea PEF

Există mai multe tipuri de instrumente pentru măsurarea PEF (debitul expirator instantaneu de vârf):

- dispozitive ieftine, de mână, care înregistrează doar PEF - ul şi sunt utilizate de pacienţi la domiciliu şi în clinică (PEF - metrele mecanice)
- dispozitive de mână, uşor portabile, care înregistrează şi VEMS, CVF, putând stoca rezultatele pentru interprctări ulterioare, numai pentru uz clinic
- dispozitive care nu sunt portabile, mai complexe şi cu acurateţe mai mare, care pot permite înregistrarea mai multor parametri, disponibile în laboratoarele de explorări funcţionale.

Peak flow- metrele (debitmetrele) mecanice *(Anexa 20)*

- au apărut din necesitatea de a dispune de un instrument uşor de utilizat pentru evaluarea funcţiei pulmonare
- sunt dispozitive simple, care funcţionează în circuit deschis şi sunt realizate în mai multe variante constructive (mini-Wright, Vitalograph, Pocketpeak, Truzone etc.)
- modelele acceptate oficial măsoară valorile PEF cuprinse între 50 si 800 L/min, pe o scală diferită în funcţie de producător şi de model (pentru adulţi şi copii)

- PEF – metrele cu scală de tip european au repere echidistante la 10 L/min iar cele de tip american au scală cu repere inechidistante
- pentru măsurarea valorilor PEF, la sfârşitul inspiraţiei maxime, pacientul efectuează un expir forţat prin piesa bucală a PEF – metrului, sub acţiunea căruia cursorul mobil al dispozitivului, acţionat de un arc, culisează pe scala gradată oprindu-se în dreptul valorii debitului de vârf
- valorile citite pe aceste scale sunt notate de pacient pe o diagramă anexată.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

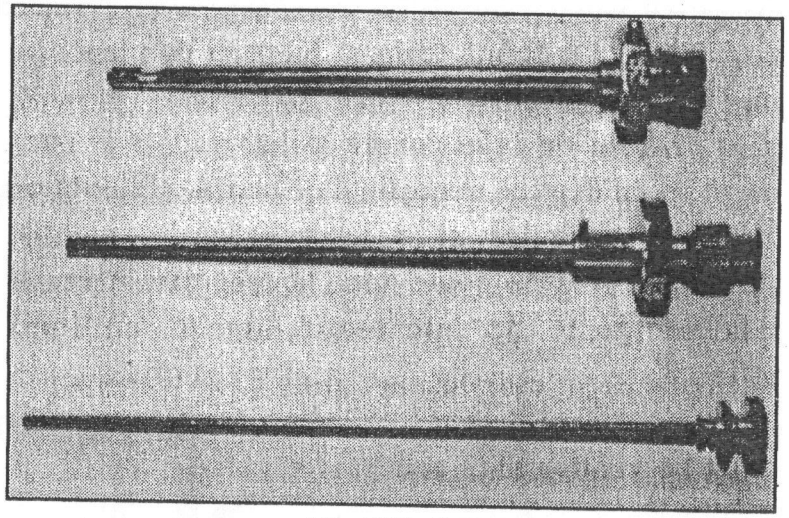
1. **Angelescu N.**, *Propedeutica medico-chirurgicală*, Ed. Medicală, 1993, 148-154
2. **Colt H.G.**, *Rigid Bronchoscopy: Indications and Technique Update*, 1999
3. **Cooper B.G., Madsen F.**, *Spirometry*, Eur. Respir. Buyers, 2000, 3, 40-43
4. **Duțu S., Bîscă N. et al.**, *Explorarea funcțională pulmonară*, Ed. Medicală, 1997
5. **Kendrick A.H.**, *Noninvasive blood gas measurement-I. Pulse Oximetry*, Eur. Respir. Buyers, 2000, 3, 15-24
6. **Kennedy J.**, *Overview of Bronchoscopy*, 1999, Up To Date, vol.7.no.3
7. **Mathur P.**, *An overview of medical thoracoscopy*, 1998, vol.7, no.3
8. **Mathur P.**, *Indications for diagnostic thoracoscopy*,1999, Up To Date, vol. 7,no. 3
9. **Mihăescu T., Trofor A.**, *Pneumoftiziologie I: Tehnici de investigație instrumentală*, Ed. Dan, 1998
10. **Miller M.R.**, *Peak expiratory flow meters*, Eur. Respir. Buyers, 2000, 3, 12-14
11. **Postolache P.**, *Teză de doctorat: Contribuții la farmacoterapia modernă a astmului bronșic*, 1999, 163-175
12. **Sahn S.**, *Diagnostic evaluation of a pleural effusion*, 1999, Up To Date, vol.7, no.3

13. **Sahn S.**, *Diagnostic thoracentesis*, 1999, Up To Date, vol. 7, no.3
14. **Sepulveda S., Sauvageon X. et al.**, *Ghid practic de medicină de urgență prespitalicească*, Ed. Libra, 1995, 41-43
15. **Strausz J.**, *Pulmonary Endoscopy and Biopsy Techniques*, 1998, Eur. Respir. Monograph, vol. 3, no. 9
16. **Ulmeanu Ruxandra, Crișan Emilia, Mihălțan Fl.**, *Bronhoscopie – Ghid practic pentru începători*, Ed. Medicală, 1999
17. *** *AARC Clinical Practice Guideline-Pulse Oximetry*, Respir. Care, 1991; 36: 1406-1409
18. *** *Fiberoptic bronchoscopy assisting*, Respir. Care, 1993; 38(12): 1173-8

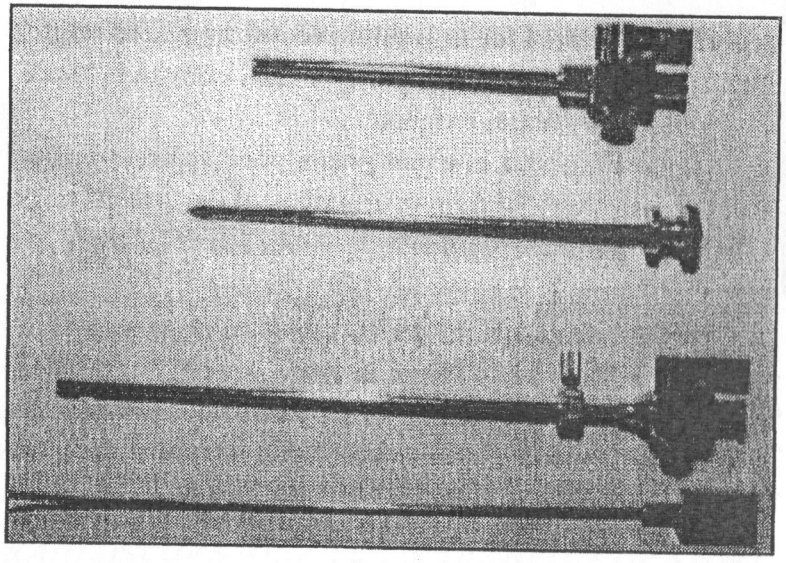
ANEXE

Colaje din Cataloage executate de Friedrich Storm

Anexa 1

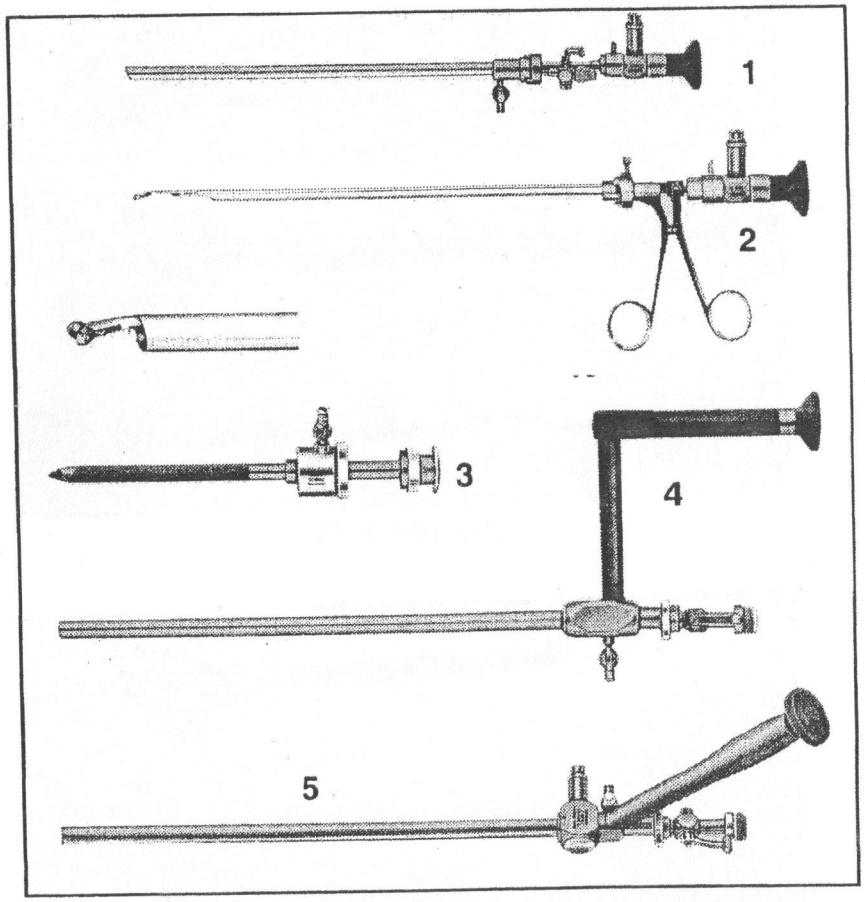


AC ABRAMS



AC COPE

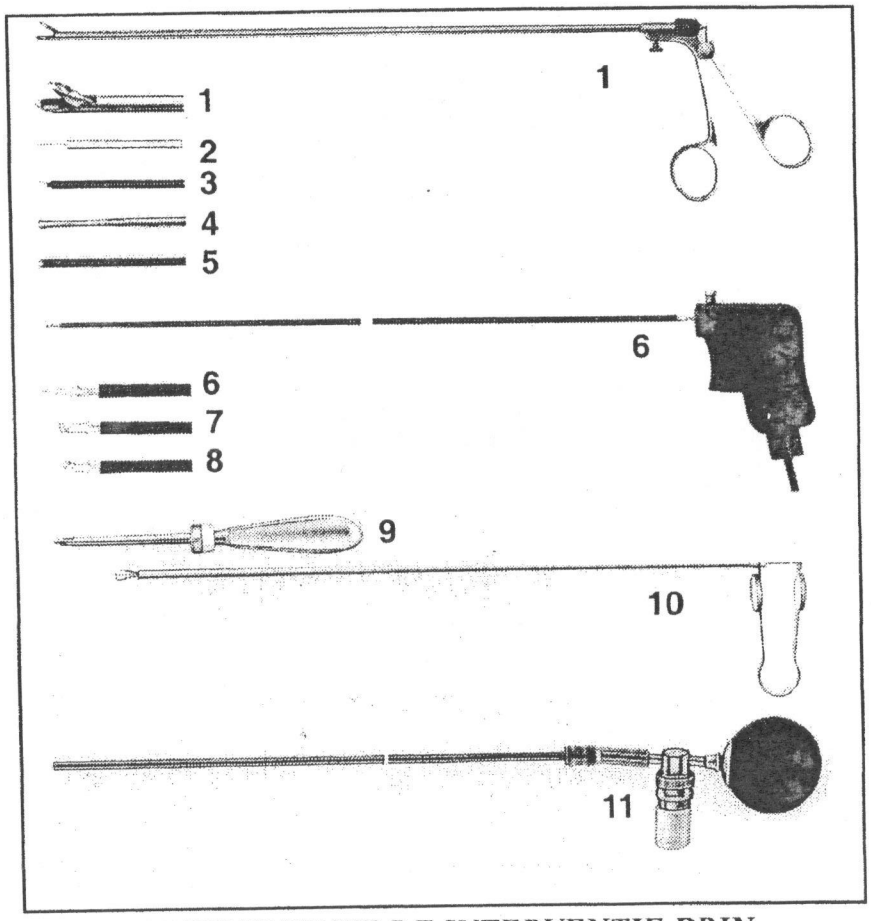
Anexa 2



TORACOSCOP RIGID STORZ - Germania

1. Optică Hopkins de 7 mm cu vedere frontală; 2. Pensă pentru biopsie cu vedere frontală; 3. Trocar de 9 mm cu canulă; 4. Optică Hopkins de 8 mm cu piese dispuse paralel; 5. Optică Hopkins de 8 mm cu piese dispuse unghiular.

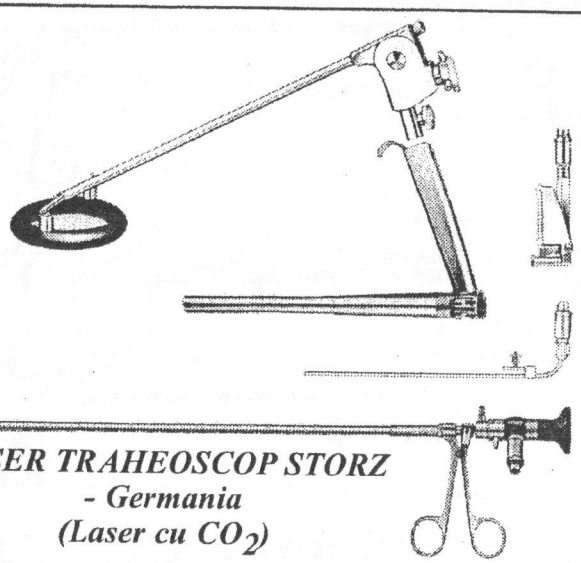
Anexa 3



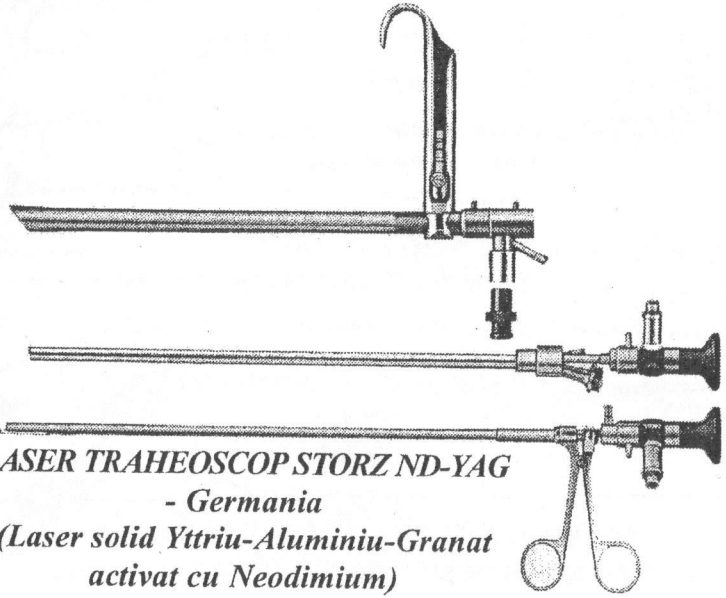
INSTRUMENTE DE INTERVENȚIE PRIN TORACOSCOPUL RIGID STORZ - Germania

1. Pensă pentru biopsie cu vedere frontală; 2. Ac pentru biopsie; 3. Electrod pentru coagulare; 4. Sondă pentru palpare; 5. Sondă pentru aspirație; 6. Electrocauter drept; 7. Electrocauter curbat spre dreapta; 8. Electrocauter curbat spre stânga; 9. Trocar de tip piramidal; 10. Pensă de prindere cu trei dinți; 11. Pulverizator pentru talc.

Anexa 4

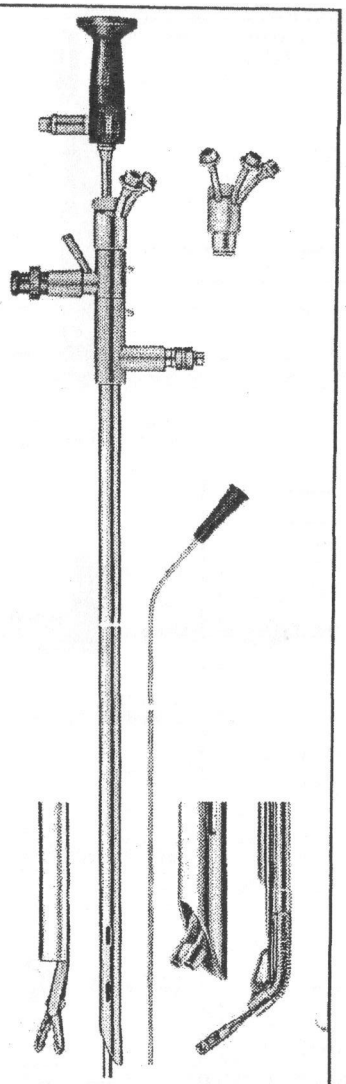


LASER TRAHEOSCOP STORZ
- Germania
(Laser cu CO_2)

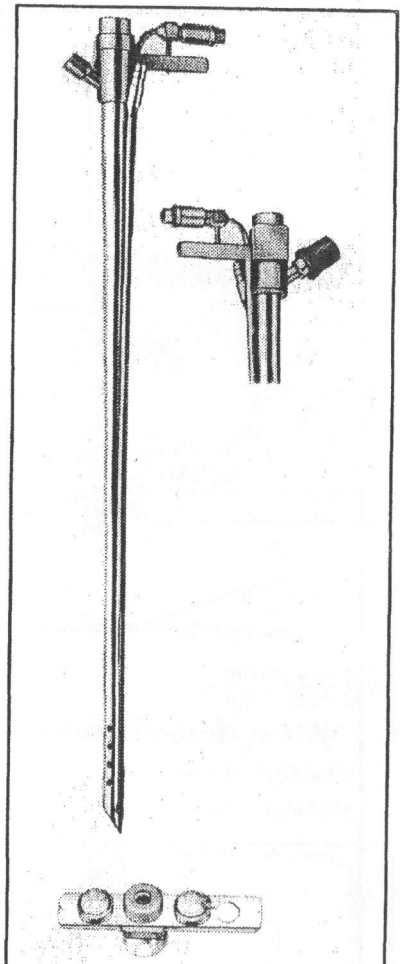


LASER TRAHEOSCOP STORZ ND-YAG
- Germania
(Laser solid Yttriu-Aluminiu-Granat activat cu Neodimium)

Anexa 5

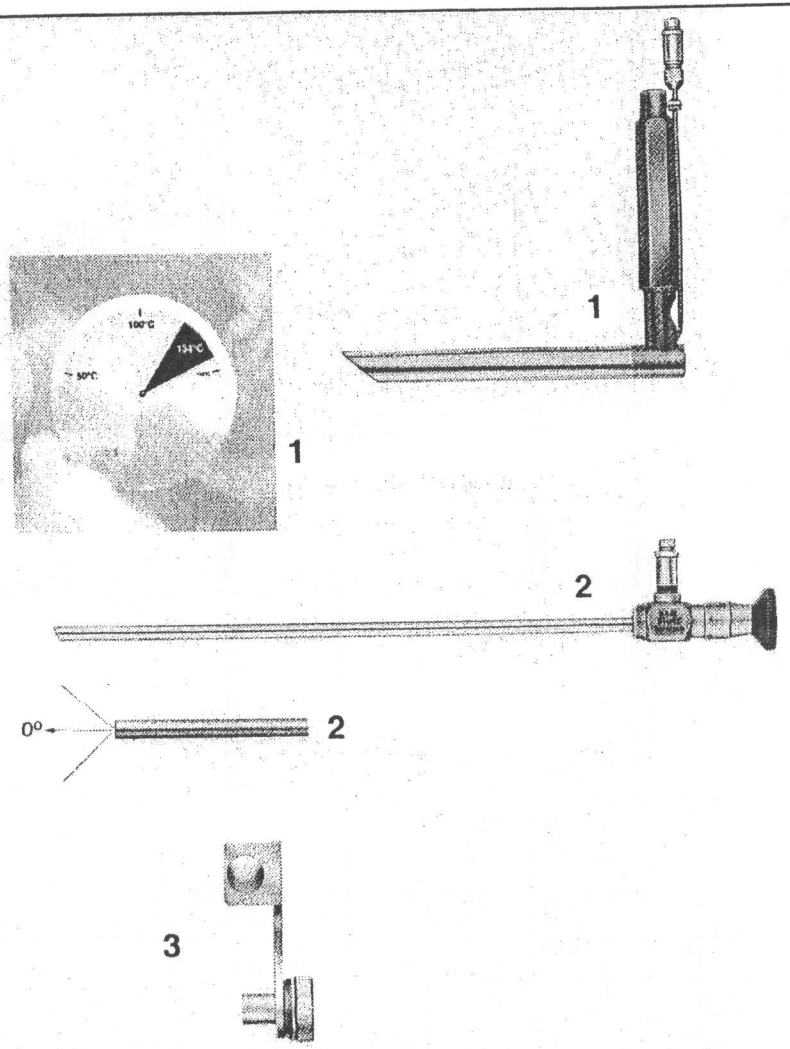


LASER BRONHO-TRAHEOSCOP STORZ ND-YAG - Germania



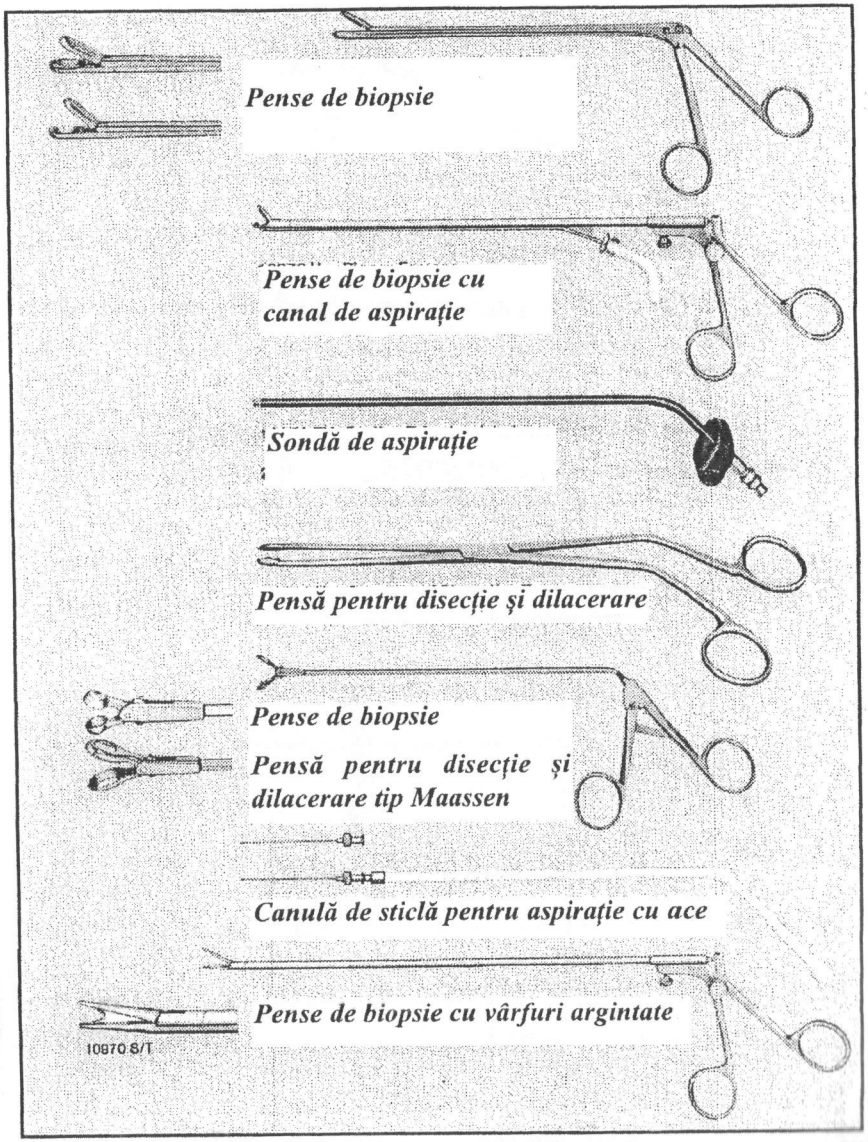
LASER BRONHO-TRAHEOSCOP STORZ CU CO_2 - Germania

Anexa 6



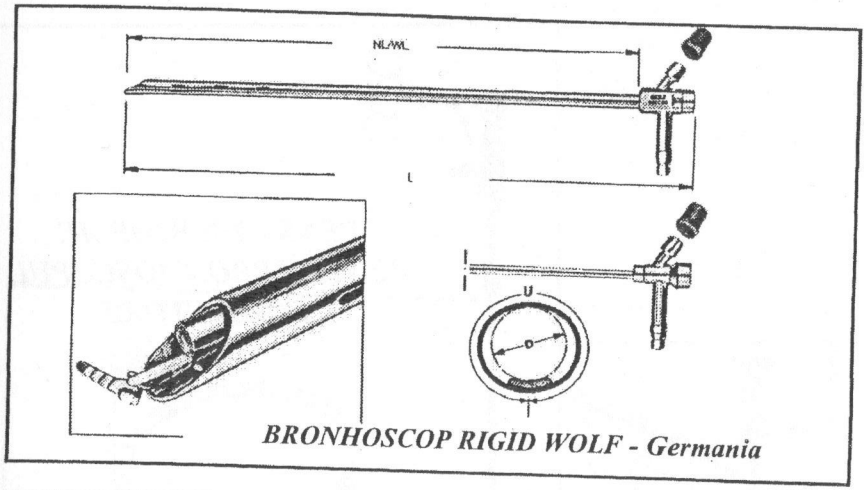
MEDIASTINOSCOP RIGID STORZ - Germania
1. Mediastinoscop Storz; 2. Optică Hopkins cu vedere frontală; 3. Adaptor.

Anexa 7

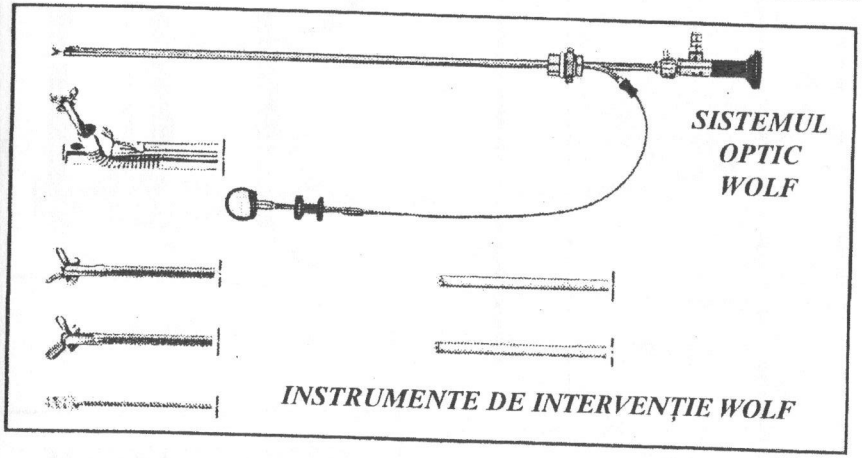


INSTRUMENTE DE INTERVENȚIE PENTRU MEDIASTINOSCOPUL RIGID STORZ - Germania

Anexa 8

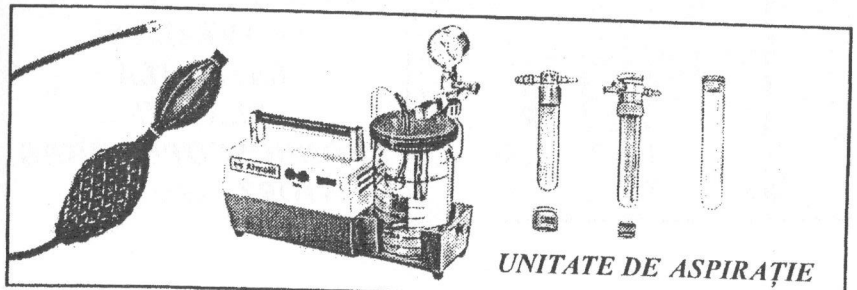


BRONHOSCOP RIGID WOLF - Germania



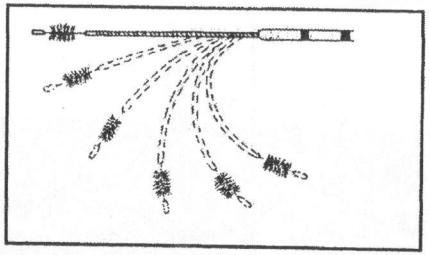
SISTEMUL OPTIC WOLF

INSTRUMENTE DE INTERVENȚIE WOLF

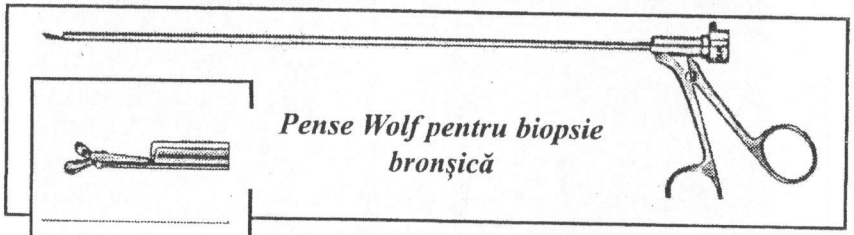


UNITATE DE ASPIRAȚIE

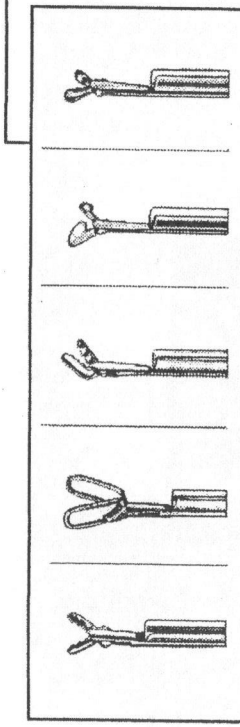
Anexa 9

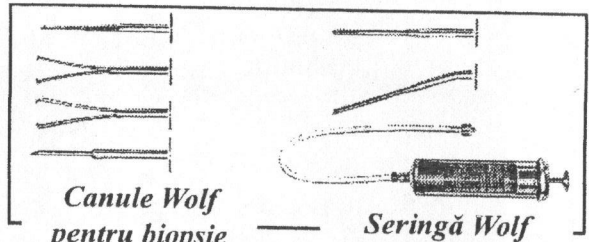


Perie Wolf de brosaj



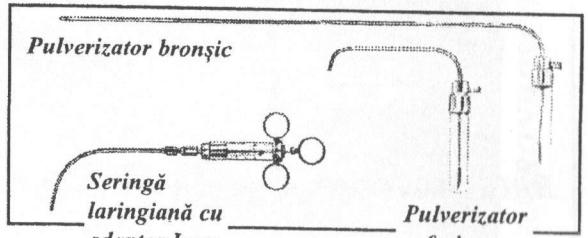
Pense Wolf pentru biopsie bronșică





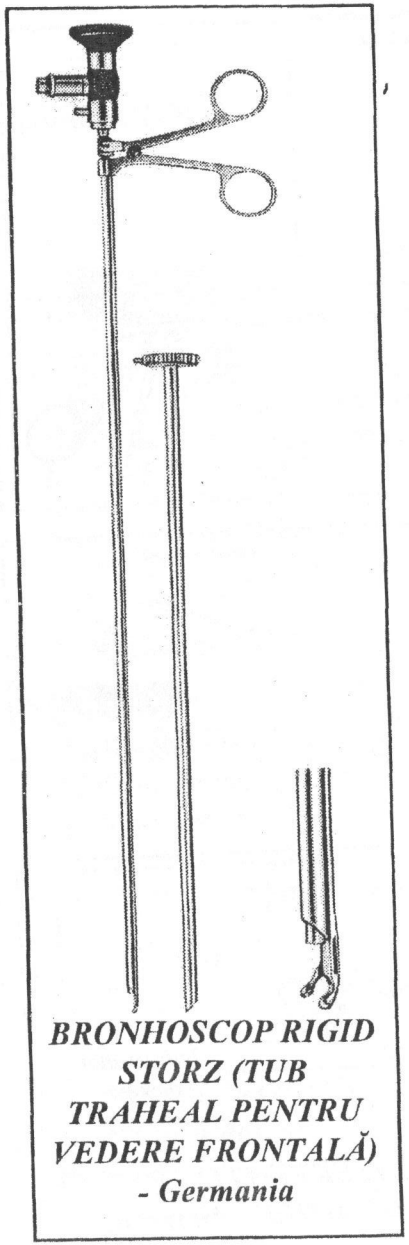
Canule Wolf pentru biopsie bronșică

Seringă Wolf pentru aspirație cu tub conector

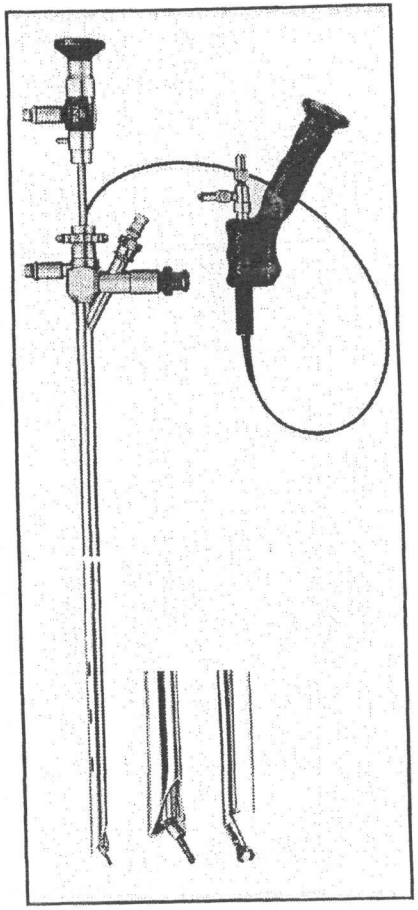


INSTRUMENTE DE INTERVENȚIE PRIN BRONHOSCOPUL RIGID WOLF - Germania

Anexa 10

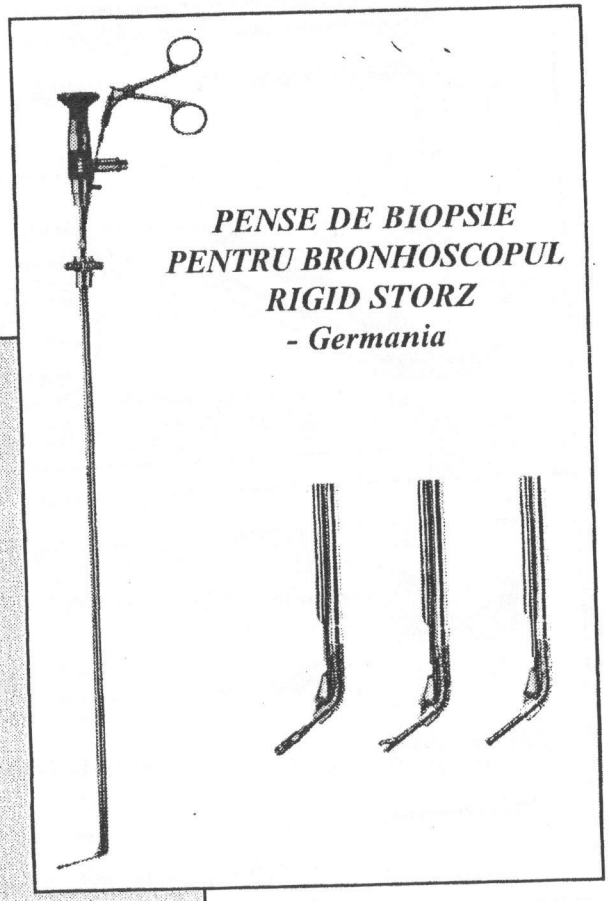


BRONHOSCOP RIGID STORZ (TUB TRAHEAL PENTRU VEDERE FRONTALĂ)
- Germania

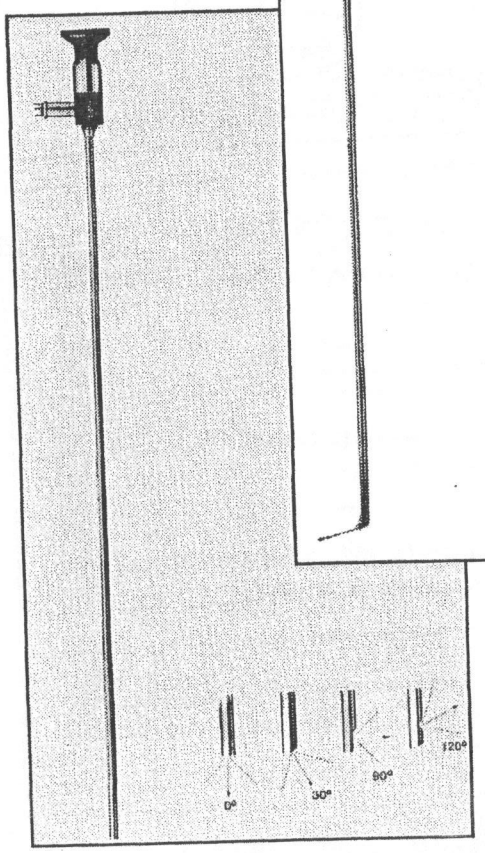


SET DIAGNOSTIC STORZ CU BRONHOSCOP RIGID ȘI FIBROBRONHOSCOP
- Germania

Anexa 11

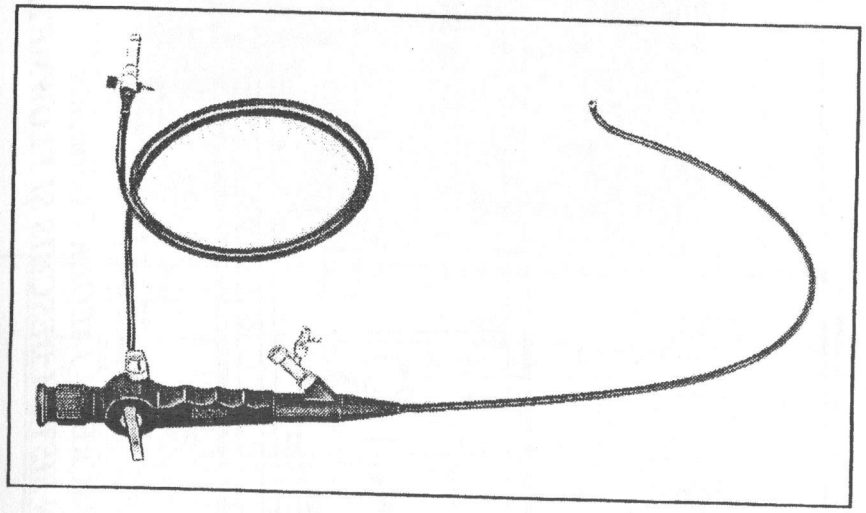


PENSE DE BIOPSIE PENTRU BRONHOSCOPUL RIGID STORZ
- Germania



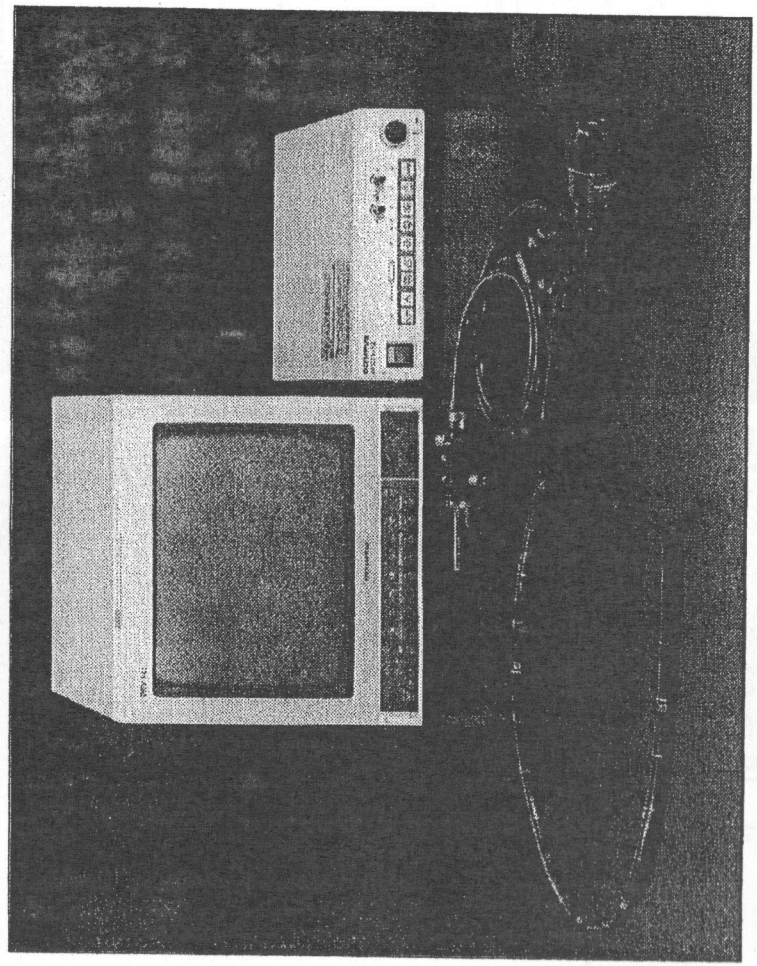
OPTICI CU VEDERE FRONTALĂ ȘI LATERALĂ PENTRU BRONHOSCOPUL RIGID STORZ - Germania

Anexa 12



FIBROBRONHOSCOP WOLF - Germania

Anexa 13

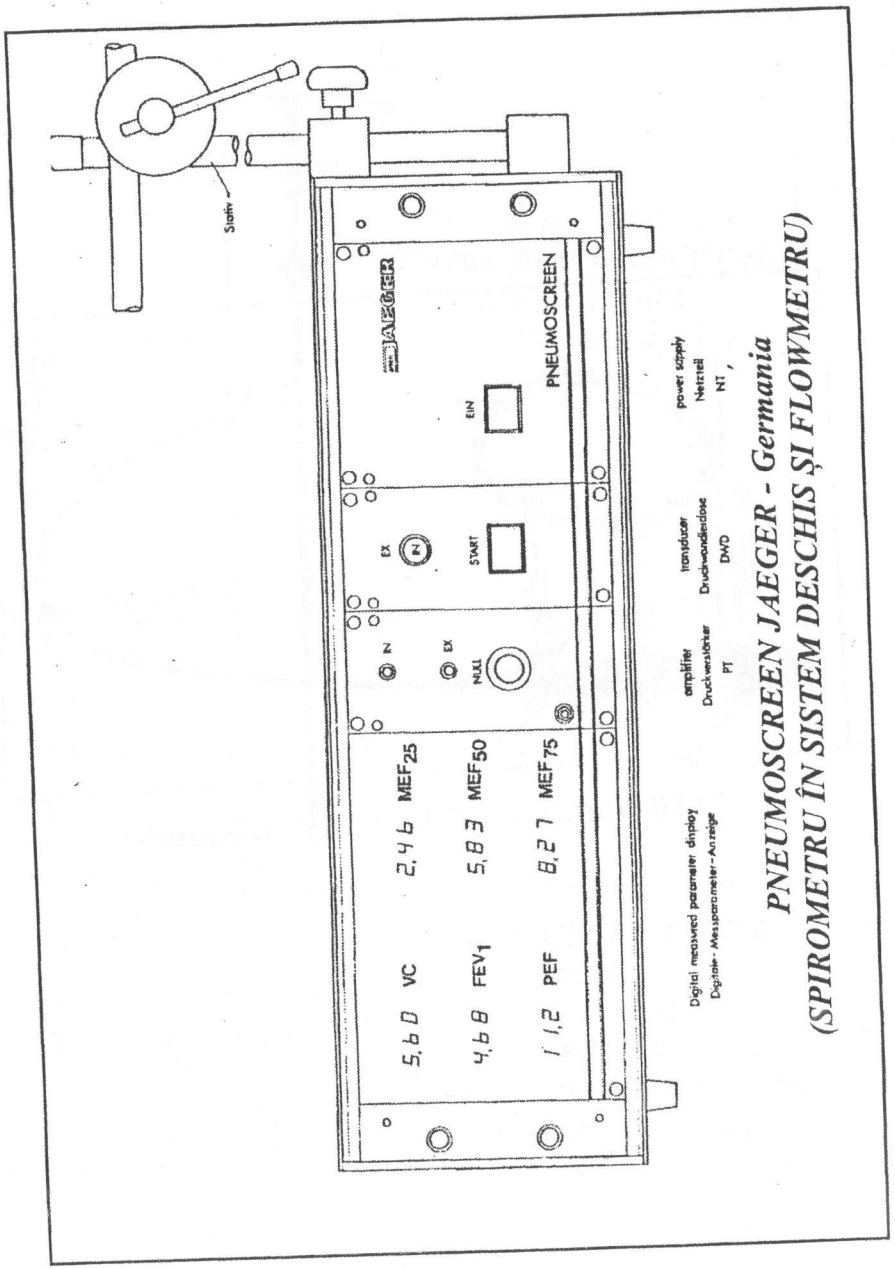


FIBROBRONHOSCOP OLYMPUS CU SURSĂ DE LUMINĂ ŞI MONITOR - Germania

Anexa 14

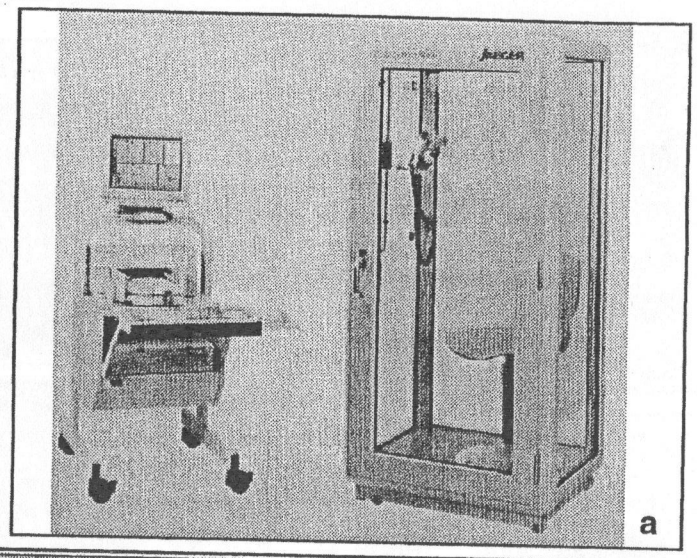
TIPURI DE PULSOXIMETRE NONIN - S.U.A.

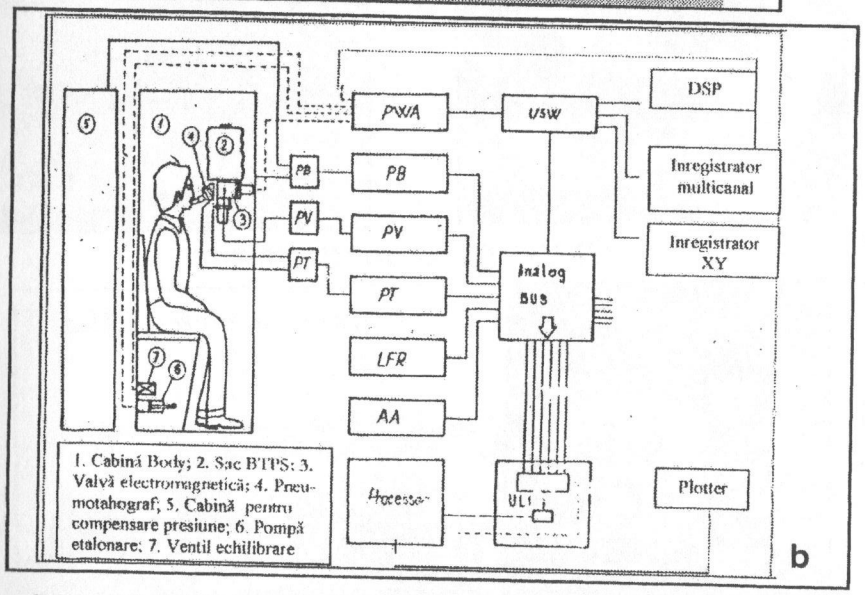
Anexa 15



PNEUMOSCREEN JAEGER - Germania
(SPIROMETRU ÎN SISTEM DESCHIS ŞI FLOWMETRU)

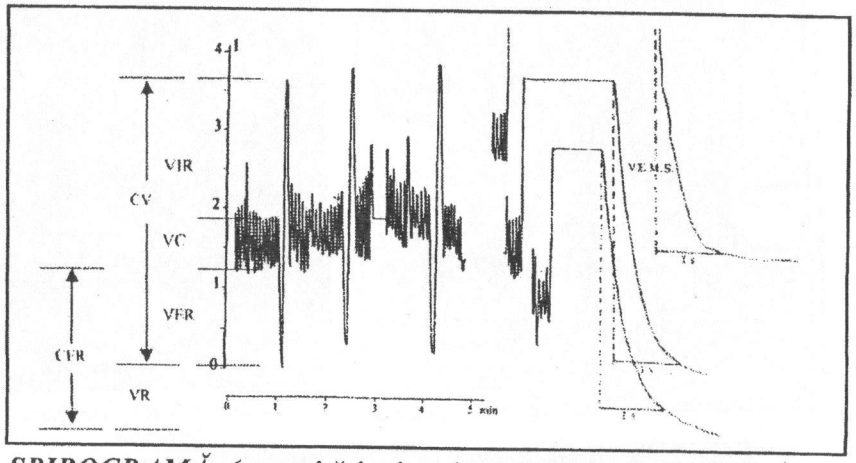
Anexa 16



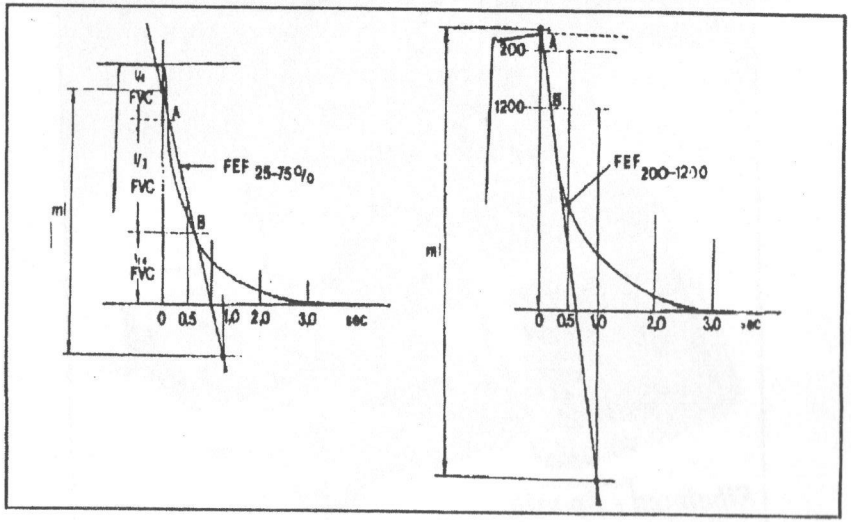


BODYPLETISMOGRAF DE TIP "UNIVERSAL BODYTEST" JAEGER - Germania
a) vedere generală; b) schemă constructivă

Anexa 17

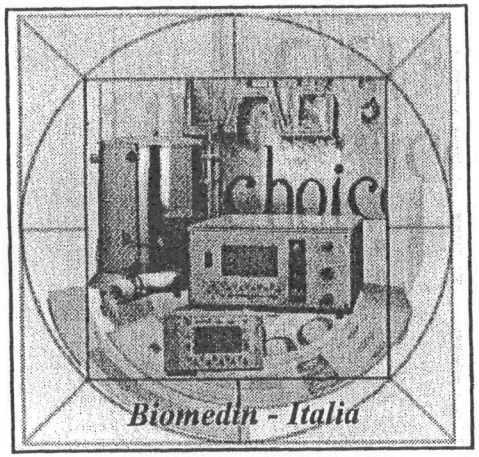


SPIROGRAMĂ (capacități și volume respiratorii: VC=volum curent; VIR=volum inspirator de rezervă; VER=volum expirator de rezervă; VR=volum rezidual; VC=capacitate vitală; CFR=capacitate funcțională reziduală; VEMS=volum expirator maxim/secundă)

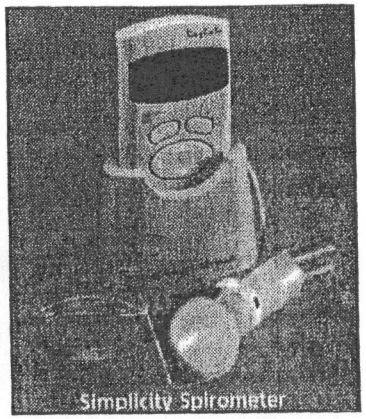


CALCULUL GRAFIC AL FLUXURILOR MEDII PE EXPIROGRAMA FORȚATĂ (FVC=capacitate vitală forțată; FEF=flux expirator forțat)

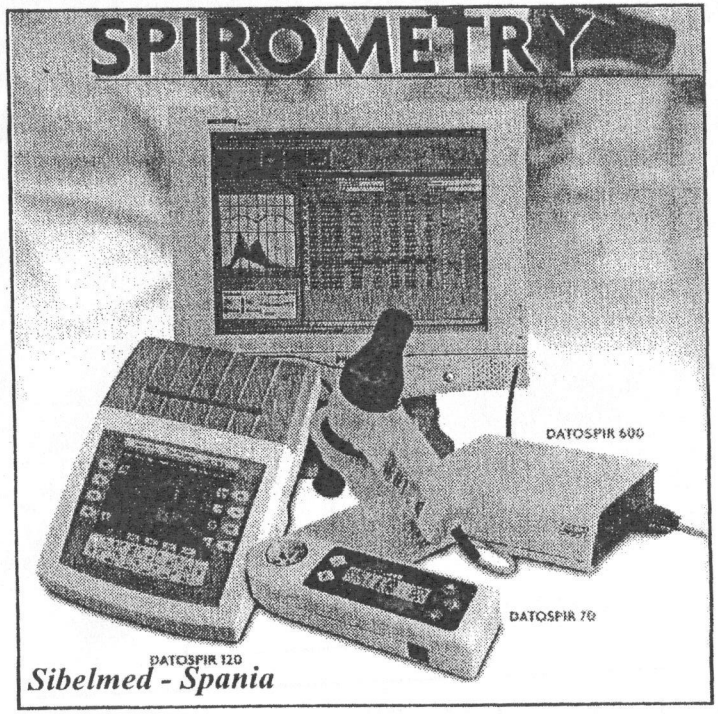
Anexa 18



Biomedin - Italia



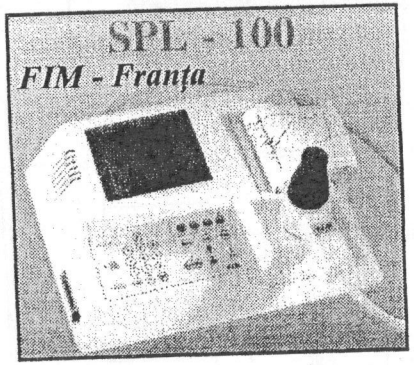
Mallinckrodt Europe - Olanda



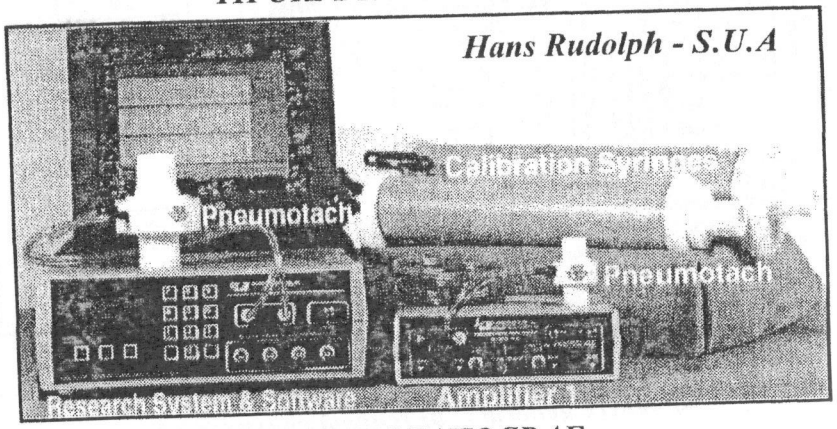
Sibelmed - Spania

TIPURI DE SPIROMETRE

Anexa 19

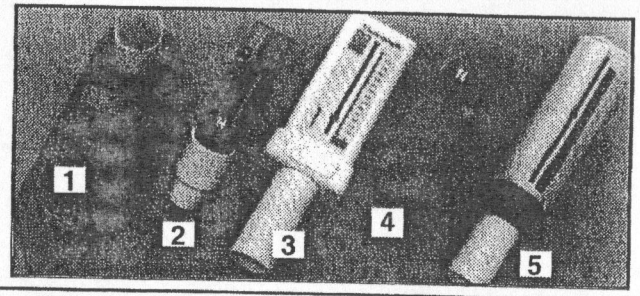


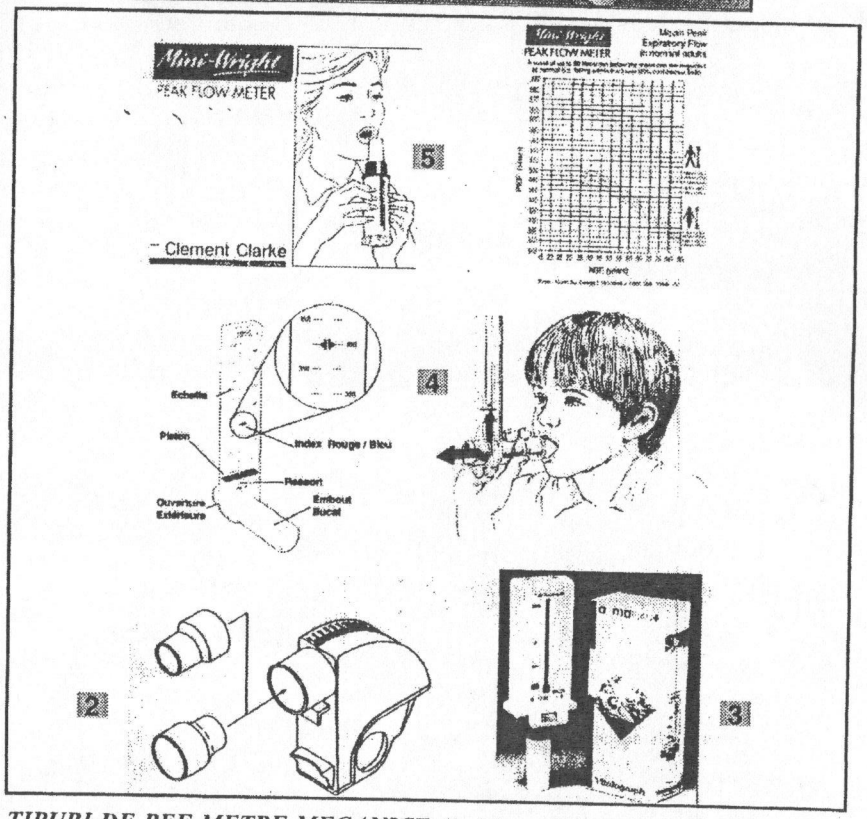
TIPURI DE SPIROMETRE



PNEUMOTAHOGRAF

Anexa 20





TIPURI DE PEF-METRE MECANICE (1. Micro Medical™ - Morgan Medica Ltd., Anglia; 2. Pocketpeak™ - Ferraris Medical Ltd. Anglia; 3. Vitalograph™ - Vitalograph, Anglia; 4. Assess™- Irvine, S.U.A.; 5. Mini-Wright™ şi nomograma cu valorile PEF normale în funcţie de sex şi talie (centimetri) - Clement Clark International, Anglia